La biodiversidad en Durango

Estudio de Estado

La biodiversidad en Durango

Estudio de Estado

Primera edición, 2017

ISBN versión digital 978-607-8328-97-0

Coordinación y seguimiento general:

Andrea Cruz Angón[1]
Erika Castaños Rochell[2]
Jessica Valero Padilla
Erika Daniela Melgarejo[1]

Corrección de estilo:

Valentina Gatti

Diseño y formación:

Prudencia Hernández y Javier Sánchez Galván/Genio+Figura

Cuidado de la edición:

Prudencia Hernández
Javier Sánchez Galván
Jessica Valero Padilla
Erika Daniela Melgarejo[1]
Karla Carolina Nájera Cordero[1]
Jorge Cruz Medina[1]
Diana López Higareda[1]

Cartografía:

José Elías Chacón de la Cruz[3]
Jessica Valero Padilla

D.R. © 2017 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Liga Periférico – Insurgentes Sur 4903
Parques del Pedregal, Tlalpan, C.P. 14010 México, *http://www.conabio.gob.mx*

D.R. © 2017 Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Durango. Av. Ferrocarril No. 109, Anexo Vivero Sahuatoba, C.P. 34070, Durango, Dgo.

[1]CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, [2]Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango, [3]SEMARNAT-Delegación Durango.

Salvo en aquellas contribuciones que reflejan el trabajo y quehacer de las instituciones y organizaciones participantes, el contenido de las contribuciones es de exclusiva responsabilidad de los autores.

Impreso en México/Printed in Mexico

Mensaje

La biodiversidad está compuesta por el conjunto de todos los seres vivos del planeta, así como el ambiente que habitan y las relaciones que guardan con otras especies; es decir, ningún organismo vive en aislamiento, pues la interacción entre ellos es la que contribuye al equilibrio global de los ecosistemas.

Nuestro país alberga entre 10 y 12% de todas las especies conocidas en el planeta; muchas de éstas son endémicas, ya que sólo se encuentran en territorio nacional, por lo que la eventual desaparición de cualquiera de ellas implicaría su extinción de la tierra.

Durango presenta condiciones fisiográficas y ecológicas muy diversas, que le confieren su variedad de paisajes, riqueza biológica y abundancia de recursos naturales. Cuenta con selvas tropicales en la región de las Cañadas, bosques templados y fríos en la Sierra Madre Occidental, pastizales en los Valles y vegetación xerófila en las zonas desérticas; las interacciones en estos ecosistemas permiten contar con una variedad importante de diversidad biológica.

La biodiversidad es el sustento de varios servicios ecosistémicos que generan un beneficio a la sociedad, como la calidad del aire y la permanencia del suelo, donde se generan los alimentos, y la garantía en la provisión de agua; lamentablemente, nosotros mismos hemos ido transformado el entorno donde vivimos.

Por lo mismo, es muy valioso contar con *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*, documento que contribuye al compromiso adquirido por México al suscribir el Convenio sobre la Diversidad Biológica, derivado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, conocida también con el nombre de Cumbre para la Tierra.

Resulta claro que existe la necesidad de innovar políticas y estrategias para hacer frente a los efectos negativos provocados por el cambio climático, como principal amenaza que enfrenta el hombre para su permanencia sobre la tierra. Por ello es importante conocer y valorar nuestros recursos naturales, así como caracterizar y entender sus interacciones para trabajar en beneficio de la biodiversidad, a favor de nosotros los humanos.

En esta administración gubernamental trabajamos en la mitigación de los efectos del cambio climático, a través de estudios como el presente y con herramientas de planeación y gestión ambiental como el Programa Estatal de Acciones Ante el Cambio Climático, la implementación de ordenamientos ecológicos y el establecimiento de áreas naturales protegidas, entre otros.

Mi reconocimiento a los expertos locales y nacionales de distintas disciplinas biológicas y sociales, e instituciones gubernamentales y académicas. Su investigación se plasma en acciones donde se caracteriza la biodiversidad con distintos enfoques; por lo tanto, este estudio deberá ser considerado como una referencia de consulta básica para definir y tomar decisiones de sustentabilidad de los ecosistemas, así como fomentar la investigación.

Tengo confianza en que este valioso documento, elaborado bajo la coordinación de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, como un instrumento de planeación de acciones de conservación de los ecosistemas enmarcado en el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022, servirá para despertar el interés y las acciones de la sociedad en su conjunto, con el conocimiento de la variedad de formas de vida que existen en nuestra entidad.

Exhorto a todos a impulsar los esfuerzos por conservar la biodiversidad para que las presentes y futuras generaciones asuman el compromiso de lograr las condiciones para que Durango sea el mejor lugar.

Dr. José Rosas Aispuro Torres
Gobernador del Estado de Durango

Presentación

El libro *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado,* representa un avance significativo para la difusión del conocimiento sobre la diversidad biológica y su importancia para Durango.

Esta contribución es una valiosa fuente de información, confiable y actualizada acerca de la situación de la biodiversidad en Durango, que las autoridades gubernamentales, los académicos, las comunidades locales, los grupos indígenas y la sociedad en general podrán consultar y utilizar como elemento base para la toma de decisiones, diseñar estrategias de planeación y realizar nuevas investigaciones en beneficio del desarrollo sustentable de esta entidad.

Este Estudio de Estado es una puesta al día del conocimiento y estado de conservación de la biodiversidad en Durango. Provee una línea base para conocer el proceso de cambio y modificación de los ecosistemas del estado.

Tengo la seguridad de que las instituciones locales darán continuidad a los esfuerzos para incrementar el conocimiento sobre la biodiversidad, registrar los cambios e identificar las causas de tales cambios para poder regularlas, y apoyarán la difusión de esta obra; sólo de esta manera se aplicará y será de utilidad para las instituciones gubernamentales y para los habitantes de la entidad.

Agradecemos al Gobierno del Estado de Durango, especialmente a la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Durango (SRNyMA) y a los 83 autores pertenecientes a 21 instituciones y organizaciones estatales, nacionales e internacionales, por su compromiso y dedicación; sin ellos no hubiera sido posible la elaboración de este libro. Los felicitamos por la consumación de este gran esfuerzo.

Esta obra contribuye al cumplimiento de las actividades de instrumentación de la *Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030,* la cual es parte de los compromisos adquiridos por México ante el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), y es un valioso legado para el conocimiento de la biodiversidad, fundamental para la valoración y conservación del capital natural de Durango.

Dr. José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional de la CONABIO

Índice

9 Introducción

1 Contexto físico

17 Resumen ejecutivo
19 Contexto geográfico
23 Fisiografía
31 Clima
47 Edafología
53 Hidrología superficial
59 Ecorregiones

2 Contexto socioeconómico

65 Resumen ejecutivo
67 Marco socioeconómico

3 Contexto jurídico ambiental

93 Resumen ejecutivo
95 Marco jurídico ambiental federal
105 Marco jurídico ambiental estatal y municipal

4 Instrumentos y políticas públicas para la gestión, protección y conservación

113 Resumen ejecutivo
115 Ordenamiento ecológico del territorio
120 EC Modelo de aptitud para la conservación del municipio de Lerdo
125 Caracterización de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre
129 Áreas naturales protegidas
173 Identificación de los vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad

5 Diversidad de ecosistemas

185 Resumen ejecutivo
187 Ecosistemas y vegetación
193 Comunidades xerófilas, halófilas y gipsófilas de la región Árida y Semiárida
205 Pastizal y matorral de clima semiseco templado de la región de los Valles
217 Bosques templados y otras comunidades vegetales de la región de la Sierra
233 Bosques tropicales de la región de las Quebradas
249 Humedales: vegetación acuática y subacuática
259 Vegetación de cimas

6 Diversidad de especies

271 Resumen ejecutivo
275 Hongos
290 **EC** Hongos degradadores de la madera
294 **EC** Hongos fitopatógenos
301 Flora vascular
319 Los pastos o zacates (familia Poaceae o Gramineae)
327 Las ciperáceas (familia Cyperaceae)
331 Los girasoles, dalias y margaritas (familia Asteraceae o Compositae)
339 Las orquídeas (familia Orchidaceae)
343 Los cactus (familia Cactaceae)
357 Las leguminosas (familia Fabaceae)
265 Ahuehuete, viejo del agua o sabino (*Taxodium distichum* var. *mexicanum*)
370 **EC** Distribución y edades de los sabinos en las cuencas de los ríos Nazas y San Pedro Mezquital
379 Moscas (Insecta: Diptera)
385 Mariposas y palomillas (Insecta: Lepidoptera)
394 **EC** Polillas avispa (Lepidoptera: Ctenuchina y Euchromiina)
399 Abejas y avispas (orden Hymenoptera)
406 **EC** Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de una comunidad de matorral xerófilo del municipio de Nombre de Dios
411 Peces
422 **EC** Diversidad genética de peces
424 **EC** Comunidad de peces de la parte media y baja del Nazas
431 Anfibios
438 **EC** La rana toro (*Lithobates catesbeianus*), especie exótica e invasora introducida en el Parque Estatal Cañón de Fernández (PECF)
443 Reptiles
450 **EC** Extinción de lagartijas del género *Sceloporus* por el calentamiento global, proyección de un modelo de extinción mundial
456 **EC** Herpetofauna bajo protección oficial, ¿atención incipiente o especies bien representadas en la Norma Oficial Mexicana?
459 Aves
475 Mamíferos
492 **EC** Las ardillas y sus necesidades de conservación

7 Usos tradicionales y convencionales

501 Resumen ejecutivo
503 Uso de hongos, flora y fauna silvestre
509 El cultivo del hongo seta (*Pleurotus* spp.)
513 Importancia económica y usos tradicionales de la flora
529 Conocimiento, uso y manejo tradicional de los nopales (*Opuntia* spp.) en Santiago Bayacora

8 Conservación

539 Resumen ejecutivo
541 Caudales ecológicos en la cuenca del río San Pedro Mezquital
555 La salud de la parte media y baja del río Nazas, tomando como referencia los peces
561 Bancos de germoplasma y estrategias germinativas en ambientes semiáridos, aliados en la conservación de especies
567 Importancia del nodrizaje de la lechuguilla (*Agave lechuguilla*) como estrategia de conservación para la cactácea *Astrophytum myriostigma*

571 Autores

Figura 1. Niveles de organización de la biodiversidad. **Ecosistemas:** a) matorral xerófilo, región Árida y Semiárida; b) bosque xerófilo espinoso, región de los Valles; c) bosque templado, región Sierra; d) bosque tropical caducifolio, región de las Quebradas. **Especies:** e) hongo (*Marasmius rotula*); f) orquídea (*Habenaria* sp.); g) mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*). **Genes:** peces h) *Micropterus salmoides*; i) *Astyanax mexicanus*.

Fotos: *M. Socorro González Elizondo (a,b,c,d), Tania Raymundo (e), Mark Fishbein (f), Alfredo Garza Herrera† (g), Iván Montes de Oca Cacheux/CONABIO (h), Isaí Domínguez Guerrero/CONABIO (i).*

Introducción

Andrea Cruz Angón • Jessica Valero Padilla

EL CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) define a la biodiversidad como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (CDB 1992, figura 1). La palabra *biodiversidad* es una contracción de diversidad biológica y fue acuñada por el biólogo E.O. Wilson, quien publicó el libro titulado *Biodiversidad* en 1988, que contenía los resultados de un foro sobre el tema realizado en Estados Unidos tres años antes (Wilson 1988).

Este concepto también puede incluir a la variedad de plantas domesticadas por el ser humano y sus parientes silvestres (agrobiodiversidad), a la diversidad de grupos funcionales en el ecosistema (herbívoros, carnívoros, parásitos, saprófitos, entre otros), y a la diversidad cultural humana (costumbres, lenguas y cosmovisiones).

EL VALOR DE LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La biodiversidad, a través de los ecosistemas, brinda a la sociedad servicios de provisión, de regulación, culturales y de soporte ecológico (figura 2).

Se han propuesto tres enfoques mediante los cuales la gente da un valor a la biodiversidad: biológico, económico y cultural. El primero tiene que ver con la importancia que cada uno de los componentes de la biodiversidad tiene como reservorio de la información evolutiva irremplazable; el segundo con el valor que le damos al recibir servicios esenciales (p.e. de provisión) para el desarrollo de la vida diaria, como materias primas para la construcción o el vestido, compuestos activos para la fabricación de medicinas, entre otros; y el último tiene que ver con lo que la naturaleza inspira a los seres humanos a creer (mitos y cosmovisiones) y crear (poesía, canciones, entre otros) (Toledo 1997).

Figura 2. Servicios y beneficios que presta la biodiversidad a través de los ecosistemas.
Fuente: modificado de CONABIO 2006.

Cruz-Angón, A. y J. Valero-Padilla. 2017. Introducción. En: *La biodiversidad de Durango. Estudio de Estado*. CONABIO, México, pp. 9-15.

Desafortunadamente, México comparte una realidad ambiental con factores de presión y tendencias similares a las identificadas en el ámbito global. Esto se debe en gran medida a factores relacionados con los modos de producción y obtención de bienes y servicios, que han resultado no sustentables. La pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas también conllevan una degradación cualitativa y cuantitativa de los servicios ambientales que se prestan y de los cuales depende directamente el bienestar de todas las personas (CONABIO 2006).

RIQUEZA NATURAL DE MÉXICO

Se reconoce que 17 países tienen una diversidad biológica excepcional; es decir, que son megadiversos. Australia, Brasil, China, Colombia, Congo, Ecuador, Estados Unidos, Filipinas, India, Indonesia, Malasia, Madagascar, México, Perú, Papúa-Nueva Guinea, Sudáfrica y Venezuela cuentan con 70% de las especies conocidas en el planeta (Mittermeier *et al.* 1997).

En el caso particular de México, es sorprendente que a pesar de que su superficie representa tan sólo 1.5% del área terrestre del mundo, contiene entre 10 y 12% de las especies conocidas (CONABIO 2006, Sarukhán *et al.* 2009). Dependiendo del grupo que se trate, entre 9 y 60% de las especies registradas se localizan únicamente en territorio mexicano, es decir, son endémicas (Sarukhán *et al.* 2009).

ACCIONES GLOBALES PARA DETENER LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD

El *Convenio sobre la Diversidad Biológica* (CDB), adoptado en 1992 durante la Cumbre de Río, en la ciudad de Río de Janeiro, Brasil, es un tratado mundial jurídicamente vinculante que persigue tres objetivos:

1. La conservación de la diversidad biológica.
2. El uso sostenible de sus componentes.
3. La distribución justa y equitativa de los beneficios provenientes de la utilización de los recursos genéticos.

La participación prácticamente global en dicho Convenio refleja la preocupación de las naciones sobre el deterioro ambiental y la pérdida de biodiversidad, y la necesidad de realizar acciones conjuntas que aseguren su conservación en el largo plazo. En este marco, los países adoptaron en 2010 el *Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020* del CDB, que contiene cinco objetivos estratégicos y 20 metas, conocidas como las Metas de Aichi; todas ellas situadas dentro de un marco flexible con el fin de que los países puedan definir sus propias metas de acuerdo con sus capacidades y prioridades.

MÉXICO Y EL CONVENIO DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA

México es Parte contratante del CDB desde 1993 y ha cumplido con los principales compromisos adquiridos; por ejemplo, en 1998 publicó *La diversidad biológica de México: Estudio de País*, el primer diagnóstico de la situación general de la biodiversidad en el país, mediante el cual se identificaron sus principales usos, amenazas, necesidades y oportunidades para su conservación (CONABIO 1998).

Posterior a la publicación del Estudio de País, se formuló la *Estrategia Nacional de Biodiversidad de México* (ENBM, CONABIO 2000).

Además, en 2009 se publicaron los tres primeros volúmenes de la obra *Capital Natural de México*: I. Conocimiento actual de la biodiversidad; II. Estado de conservación y tendencias de cambio; III. Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad. Este esfuerzo sin precedentes representa una versión actualizada del Estudio de País y en él han participado más de 700 autores y revisores de 227 instituciones (Sarukhán *et al.* 2009). El volumen IV. Capacidades humanas e institucionales de esta obra fue publicado en 2016 (Sarukhán 2016).

Por otro lado, México también ha cumplido con la obligación de realizar los informes nacionales, que son documentos que evalúan el avance de cada país en el cumplimiento de los compromisos ante el CDB. El Quinto Informe Nacional de México al Convenio de Diversidad Biológica (CONABIO 2014), presentó una evaluación del cumplimiento de las Metas de Aichi y los retos a futuro.

En 2016, México fue sede de la Decimotercera Conferencia de las Partes (COP 13) de este Convenio y presentó su Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBIOMEX) y su Plan de Acción 2016-2030 (CONABIO 2016). Este documento identifica seis ejes estratégicos (1. Conocimiento; 2. Conservación y restauración; 3. Manejo y uso sustentable; 4. Atención a los factores de presión; 5. Educación, comunicación y cultura ambiental, y 6. Integración y Gobernanza), 24 líneas de acción y 160 acciones para conocer, conservar y usar sustentablemente el enorme capital de México.

LAS ESTRATEGIAS ESTATALES DE BIODIVERSIDAD

Desde 2002, la CONABIO, en colaboración con gobiernos estatales y representantes de diversos sectores de la sociedad, promueve la iniciativa de las Estrategias Estatales sobre Biodiversidad (EEB), un proceso que toma en cuenta la diversidad cultural, geográfica, social y biológica de México, con el objetivo de implementar el CDB en el ámbito local. Las EEB buscan que los estados:

1. Cuenten con herramientas de planificación a escala adecuada (estatal) para la toma de decisiones con respecto a la gestión de los recursos biológicos.
2. Integren elementos de conservación y uso sustentable de la biodiversidad en las políticas públicas.
3. Incrementen la valoración de la biodiversidad por parte de la sociedad mediante el establecimiento de programas permanentes de educación ambiental y difusión sobre la importancia de la biodiversidad.

El proceso de las EEB busca completar dos documentos de planificación estratégica importantes:

1. **Estudio de Estado,** un diagnóstico de línea base sobre la biodiversidad del estado en sus diferentes niveles.
2. **Estrategia Estatal sobre Biodiversidad,** un documento de planificación estratégica que establece ejes, objetivos y acciones para conservar y aprovechar sustentablemente su diversidad biológica.

La formulación de estos dos documentos requiere de la amplia participación de diversos sectores de la sociedad, que permita la identificación de prioridades y la implementación de la Estrategia.

LA BIODIVERSIDAD EN DURANGO. ESTUDIO DE ESTADO

Durango posee una extensión territorial de 123 451.29 km^2 (INEGI 2005) que representa 6.3% de la superficie nacional, por lo que es el cuarto estado más grande del país (INEGI 2014).

La interacción entre las características fisiográficas y climáticas, aunada a la ubicación de la entidad en el límite biogeográfico Holártico y Neotropical, y a una larga historia de migración de flora y fauna, han determinado la presencia de diferentes ecosistemas dentro de cada ecorregión. Esto permite que casi todos los tipos de vegetación de México estén representados en la entidad: matorrales xerófilos y vegetación halófita en la región Árida y Semiárida, pastizales y mezquitales en la región de los Valles, bosques templados de pino-encino y pequeños enclaves de bosque mesófilo en la región de la Sierra, y bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios en las Quebradas al oeste de la entidad (González-Elizondo *et al.* 2007).

Durango es pionero por establecer las primeras reservas de la biosfera en 1977: Mapimí y Michilía (UNESCO 2016), y posee una superficie de 876 036 ha de áreas naturales protegidas oficialmente decretadas (equivalente a 7.1% del total de su territorio), de las cuales cuatro son de jurisdicción federal y tres de jurisdicción estatal.

En julio de 2011 la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SRNYMA) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) acordaron los mecanismos y estrategias para elaborar el Estudio de Estado sobre la biodiversidad de Durango. El 14 de octubre del mismo año, ambas instituciones celebraron la firma del Convenio Marco de Coordinación, iniciando formalmente la compilación de los textos que conforman la presente obra a finales del 2012.

La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado cuenta con ocho secciones conformadas por 57 contribuciones y 27 apéndices, los cuales no hubiera sido posible compilar sin el apoyo de los investigadores que fungieron como coordinadores de sección (cuadro 1), y de la participación de 83 autores pertenecientes a 21 instituciones, quienes brindaron información actualizada para esta obra.

A diferencia de otros Estudios de Estado, en el de Durango no fue posible compilar una sección específica sobre las amenazas a la biodiversidad del estado. Sin embargo, en los capítulos sobre áreas naturales protegidas (ANP), diversidad de ecosistemas y de especies se abordan las principales amenazas presentes en la entidad (cuadro 2).

Los apéndices consisten en listas de especies en formato de Excel, que podrán ser utilizados por estudiantes, investigadores, consultores y público en general, para realizar conteos e informes de las especies reportadas en la entidad.

Para la elaboración de esta obra, la principal fuente de información fue el conjunto de datos recabados por los investigadores de las diferentes instituciones que participaron en este estudio. A pesar de que el Estudio de Estado no contiene información de musgos (briofi-

Cuadro 1. Coordinadores y número de contribuciones por sección

No.	Sección	Contribuciones	Coordinadores
1	Contexto físico	7	Marco Antonio Márquez Linares
2	Contexto socioeconómico	2	
3	Marco jurídico e institucional	3	José Elías Chacón de la Cruz y Brenda Fabiola Chávez Bermúdez
4	Instrumentos y políticas públicas para la gestión, protección y conservación	6	Laura Rentería Arrieta
5	Diversidad de ecosistemas	8	Socorro González Elizondo
	Diversidad de especies - Hongos		Raúl Díaz Moreno
6	Diversidad de especies - Flora	29	Martha González Elizondo
	Diversidad de especies - Fauna		Raúl Muñiz Martínez
7	Usos tradicionales y convencionales	5	Jessica Valero Padilla
8	Conservación	5	
	Total	**65**	**9**

tas), crustáceos y otros invertebrados, se contabilizaron 6 833 especies (cuadro 3); en cuanto al total nacional, Durango posee aproximadamente 15% de las especies reportadas y si comparamos la información de esta obra contra la información compilada para la obra *Capital natural de México* (CONABIO 2008), sobrepasa en número de especies de forma importante (cuadro 4).

La obra *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado* presenta por primera vez un diagnóstico completo y actualizado del patrimonio biológico del estado, el cual sentará las bases para el diseño de las acciones y estrategias que aseguren la conservación y el uso racional y sostenido de la diversidad biológica a través del desarrollo de una segunda fase, denominada Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del estado de Durango.

Cuadro 2. Principales amenazas a la biodiversidad presentes en las áreas naturales protegidas del estado

Amenazas	RB La Michilía	RB Mapimí	PE El Tecuán	APRN Quebrada de Santa Bárbara	CADNR 043 Estado de Nayarit	Cañón de Fernández	CADNR 075 Río Fuerte
Extracción de recursos (mármol u otras rocas, arcilla u otros suelos, sal, resina, leña)	•	•	•			•	
Saqueo de flora y fauna		•	•				
Cacería ilegal o furtiva	•	•	•			•	
Erosión del suelo	•		•	•	•	•	
Deforestación	•				•	•	
Plagas forestales	•						
Incendios forestales	•		•	•			
Sobrepastoreo y ganadería extensiva	•	•			•	•	
Intensificación de la agricultura					•	•	
Baja productividad agrícola	•						
Presencia de especies exóticas/parásitas	•		•			•	
Contaminación del suelo	•						
Contaminación del agua	•		•	•	•		
Disminución del agua (circulación, régimen)				•	•	•	
Mal manejo de la basura	•	•	•				
Falta de proyectos de desarrollo y de educación ambiental	•						
Turismo desorganizado y sin planificación		•	•	•			
Pocas alternativas de desarrollo en los ejidos (desempleo)	•						
Presión demográfica (actividades humanas cerca de zonas de amortiguamiento)	•			•	•	•	
Número total de amenazas	**15**	**6**	**9**	**6**	**7**	**9**	**ND**

Fuente: información del capítulo Áreas naturales protegidas presentado en esta obra.

Cuadro 3. Número de especies por grupo taxonómico reportados en esta obra

Reino	Grupo	Especies	Infraespecies	Especies NOM
Protista	Amebozoos	3	0	-
Fungi	Hongos	757	9	8
Plantae	Helechos y afines	177	22	-
	Gimnospermas	43	17	4
	Angiospermas	4413	603	75
Animalia	Artrópodos	631	3	1
	Peces	65	0	29
	Anfibios	34	0	10
	Reptiles	123	0	47
	Aves	430	0	49
	Mamíferos	157	0	17
	Total	**6833**	**654**	**240**

Fuente: información recopilada de los apéndices y contenidos del libro *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.*

Cuadro 4. Comparativo de la diversidad en Durango con respecto al total nacional y la obra *Capital natural de México*

Reino	Grupo	México[1]	Durango[1]	Durango[2]	Porcentaje en Durango con respecto al nacional
Fungi	Hongos	7000	ND	757	10.80
Plantae	Helechos y afines	1067	143	177	16.60
	Gimnospermas	150	29	43	28.70
	Angiospermas	23791	1118	4413	18.50
Animalia	Dípteros	2091	53	71	3.40
	Lepidópteros	14277	220	277	1.90
	Himenópteros	6313	532	283	4.50
	Peces	2692	21	65	2.40
	Anfibios	361	31	34	9.40
	Reptiles	804	95	123	15.30
	Aves	1096	301	430	39.20
	Mamíferos	535	141	157	29.30
Total		**60177**	**2684**	**6830***	**15.00**

ND: no disponible. *No se consideran protistas.
Nota: para el caso de lepidópteros e himenópteros reportados en CONABIO 2008, comprende todas las familias, mientras que en esta obra sólo se reportan algunas.
Fuente: CONABIO 2008,[1] esta obra.[2]

REFERENCIAS

CDB. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1992. Artículo 2. Términos utilizados. En: *<https://www.cbd.int/convention/articles/default.shtml?a=cbd-02>*, última consulta: 20 de mayo de 2016.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de País.* CONABIO, México.

—. 2000. *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México.* CONABIO, México.

—. 2006. *Capital natural y bienestar social.* CONABIO, México.

—. 2008. *Capital natural de México,* vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad.* CONABIO, México.

—. 2014. *Quinto Informe Nacional de México ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica* (CDB). CONABIO, México.

—. 2016. Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030. CONABIO, México.

González-Elizondo, S., M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés, México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2005. México en cifras: información nacional, por entidad federativa y municipios. En: *<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=10>*, última consulta: 13 de mayo de 2016.

—. 2014. Anuario estadístico y geográfico de Durango 2014. Gobierno del Estado de Durango/INEGI. En: *<http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/DGO_ANUARIO_PDF.pdf>*, última consulta: 23 de mayo de 2015.

Mittermeier, R., C. Goettsch y P. Robles-Gil. 1997. *Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del Mundo.* CEMEX, México.

Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias *et al.* 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad.* CONABIO, México.

Sarukhán, J. (ed.). 2016. Capital natural de México. IV Capacidades humanas e institucionales. CONABIO, México.

Toledo, V.M. 1997. La diversidad ecológica de México. En: *El Patrimonio Nacional de México,* vol. 1. E. Florescano (ed.). Fondo de Cultura Económica, pp. 111-138.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2016. Latin America and the Caribbean: 125 biosphere reserves in 21 countries. En: *<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/latin-america-and-the-caribbean/>*, última consulta: 24 de mayo de 2016.

Wilson, E.O. (ed.). 1988. *Biodiversity.* National Academy of Sciences/Smithsonian Institution, Washington.

Contexto físico

1 Contexto geográfico

2 Fisiografía

3 Clima

4 Edafología

5 Hidrología superficial

6 Ecorregiones

Resumen ejecutivo

Marco Antonio Márquez Linares

CONTEXTO GEOGRÁFICO Y FISIOGRAFÍA

Durango se ubica al noreste de la república mexicana. Posee una superficie de 123 451.29 km^2 y colinda con los estados de Chihuahua, Coahuila, Zacatecas, Nayarit y Sinaloa. Las altitudes varían entre los 150 a 3 440 msnm. En su territorio se encuentran cuatro provincias fisiográficas: Sierra Madre Occidental que ocupa 71.3% del territorio estatal; Sierras y Llanuras del Norte (15.09%); Sierra Madre Oriental (5.28%) y la Mesa del Centro con 8.33% de la superficie estatal.

CLIMA

La compleja fisiografía, aunada a la latitud, la altitud y la distancia al mar, determinan la gran variedad de climas que se encuentran en la entidad. Debido a la Sierra Madre Occidental, una importante porción de la humedad proveniente del océano Pacífico se precipita en su flanco occidental, provocando con ello que el altiplano cuente con cada vez menos lluvia conforme está más alejado del mar, por lo que ésta varia de 1 100 mm en las zonas más altas de la sierra hasta 300 mm anuales en el Bolsón de Mapimí. Por su parte, la temperatura es regulada principalmente por la latitud y la altitud, donde a mayor altitud y latitud la temperatura es menor, de modo que la temperatura media anual varía de 9 °C en las partes más altas, a 25 °C en las más bajas. Las variaciones estacionales son determinadas principalmente por la latitud; al norte del trópico de Cáncer las variaciones estacionales son más marcadas: la estación seca y cálida se da en los meses de marzo a junio, la cálida húmeda de mediados de junio a octubre, y la fría seca de octubre a marzo. Debido a estos factores, los climas presentes en la entidad son cálidos, semicálidos, secos, muy secos, templados y semifríos. Los de mayor extensión son el semiseco y el templado subhúmedo, los cuales, en conjunto, ocupan 50% de la superficie estatal.

EDAFOLOGÍA

Durango se encuentra zonificado naturalmente en tres grandes regiones, cuyas diferencias responden principalmente a variaciones en relieve, clima y litología, factores que determinan la presencia de características particulares en los suelos.

La Sierra Madre Occidental, al oeste, corresponde a la zona más elevada y abrupta del estado; se caracteriza por estar conformada por rocas ígneas ácidas y climas templados subhúmedos. En esta parte los suelos son jóvenes, someros, poco desarrollados y de color claro; con pH ligeramente ácido y limitados en su fertilidad por bajos contenidos de bases intercambiables y arcilla.

La parte central, dominada por climas semisecos, relieve ondulado y litología de conglomerado, presenta abundantes zonas de pastizales que aportan cantidades importantes de materia orgánica; en consecuencia, los suelos son más o menos profundos, obscuros y son los más fértiles dentro del territorio estatal. Hacia el oriente del estado abundan las planicies aluviales, interrumpidas frecuentemente por sierras de origen sedimentario; el clima varía de seco a muy seco, lo que condiciona el desarrollo de la vegetación a matorrales. Los suelos son generalmente profundos, claros, con bajo contenido de materia orgánica y altas concentraciones de carbonatos

Márquez-Linares, M.A. 2017. Resumen ejecutivo. Contexto físico. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 17-18.

de calcio; en depresiones existe acumulación de sales solubles y sodio. En las sierras son evidentes los afloramientos rocosos. Como resultado de la variabilidad ecológica, en la entidad se presentan la mayoría de las unidades y subunidades establecidas por el sistema de clasificación de suelos FAO-UNESCO 1968; el Litosol, Regosol y Feozem son las unidades con mayor extensión geográfica, seguidos por Xerosol, Cambisol, Rendzina, Yermosol, Castañozem y Vertisol.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

La hidrología superficial está determinada por las formaciones montañosas y las diferencias altimétricas. El parteaguas de la Sierra Madre Occidental forma hacia el occidente, y en dirección al océano Pacífico, nueve grandes cuencas que en total abarcan 46.2% de la superficie estatal; y de norte a sur son los ríos Fuerte, Culiacán-Humaya, San Lorenzo, Piaxtla, Presidio, Baluarte, Acaponeta, San Pedro-Mezquital y Huaynamota. De especial importancia para la entidad es la cuenca del río San Pedro Mezquital, que se origina en el centro de la entidad, ya que sus aguas abastecen a la ciudad de Durango e importantes zonas agrícolas de esta región, y abarca 18.26% de la superficie estatal.

En el flanco oriental de la Sierra Madre Occidental se origina el sistema fluvial Nazas-Aguanaval, que reúne el agua de cinco cuencas: presa Lázaro Cárdenas, río Nazas-Rodeo, Nazas-Torreón, Aguanaval y laguna de Mayrán y Viesca. Este sistema fluvial es de gran importancia para la región lagunera, ya que de él dependen tres grandes ciudades: Gómez Palacio, Lerdo y Torreón (esta última en el vecino estado de Coahuila), así como extensas áreas agrícolas. En esta región central, la cuenca de la presa Lázaro Cárdenas es de especial importancia ya que en ella se origina el mayor aporte de agua a la zona, abarcando 14.86% de la superficie estatal.

Finalmente, al norte de la entidad se originan tres cuencas que vierten sus aguas al río Bravo, que a su vez desemboca en el golfo de México: las de los ríos Florido, Conchos y Camacho, cuyos caudales, por estar ubicados en la parte desértica de la entidad, son intermitentes.

ECORREGIONES

La variedad de regiones fisiográficas, climas y suelos en la entidad origina cuatro ecorregiones con características particulares que determinan tanto la flora como la fauna existente, las cuales se resumen a continuación.

La región Árida y Semiárida se encuentra al noreste de la entidad, está formada por las llanuras y serranías del Bolsón de Mapimí y forman parte del Desierto Chihuahuense. La vegetación se compone de matorrales xerófilos y algunas comunidades halófitas y gipsófilas. Sin embargo, gracias a que tienen suelos aptos para la agricultura y al aporte de agua de los ríos Nazas y Aguanaval, grandes extensiones de matorral han sido sustituidos por campos agrícolas, incluyendo áreas de la Comarca Lagunera.

La región de los Valles comprende grandes llanuras y lomeríos que corren de sureste a noroeste en la parte central de la entidad, y forma parte del Altiplano mexicano. Su vegetación corresponde a pastizales en la parte norte y a matorrales de mezquite y huizache en el centro y sur de la región; por su buen clima y disponibilidad de agua alberga importantes distritos agrícolas.

La región de la Sierra incluye al macizo de la Sierra Madre Occidental, tanto en el pie de monte al oriente de la sierra, como el macizo en sí, en lo alto de la sierra. La vegetación incluye bosques de pino, pino-encino y encinares, dependiendo de la precipitación y la altitud. También se encuentran bosques de *Abies* y *Pseudotsuga* en las cañadas más húmedas. La mayoría de estos bosques se encuentra con explotación forestal con fines de producción de madera.

La región de las Quebradas se ubica en el declive occidental de la Sierra Madre Occidental, una región muy escarpada con barrancas o quebradas. La vegetación está formada por bosques tropicales bajos y manchones de matorral espinoso en las partes más bajas. Desafortunadamente, muchas de estas áreas han sido deforestadas para uso agrícola, la cual genera erosión del suelo por las altas pendientes del terreno.

Contexto geográfico

Marco Antonio Márquez Linares

UBICACIÓN

Durango se localiza al noroeste de la república mexicana a la altura del trópico de Cáncer, el cual lo atraviesa en su extremo sur. Sus coordenadas geográficas extremas son: al norte 26° 53' 13" y al sur 22° 16' 53" de latitud N; al este 102° 27' 55" y al oeste 107° 16' 03" de longitud O (INEGI 2014). Posee una extensión territorial de 123451.29 km^2 (INEGI 2005) que representa 6.3% de la superficie nacional, siendo el cuarto más grande del país (INEGI 2014). Colinda al norte con Chihuahua y Coahuila; al este con Coahuila y Zacatecas; al sur con Zacatecas, Nayarit y Sinaloa; al oeste con Sinaloa y Chihuahua.

GEOMORFOLOFÍA

El estado es atravesado de noroeste a sureste en el extremo occidental por la Sierra Madre Occidental (figura 1), la cual ocupa prácticamente la mitad de su territorio (figura 2, INEGI 2013); al oriente de esta sierra se encuentra el Altiplano mexicano, una región que cuenta con valles, lomeríos y pequeñas serranías; en el extremo oriental alcanzan a penetrar algunas formaciones pertenecientes a la Sierra Madre Oriental que son denominadas sierras transversales; en el extremo noroeste se encuentra el Bolsón de Mapimí (figura 3, INEGI 2014), una región árida de pendientes suaves con vegetación xerófila (figura 4).

Figura 1. Paisaje de la Sierra Madre Occidental hacia el oeste de San Dimas.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Márquez-Linares, M.A. 2017. Contexto geográfico. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 19-22.

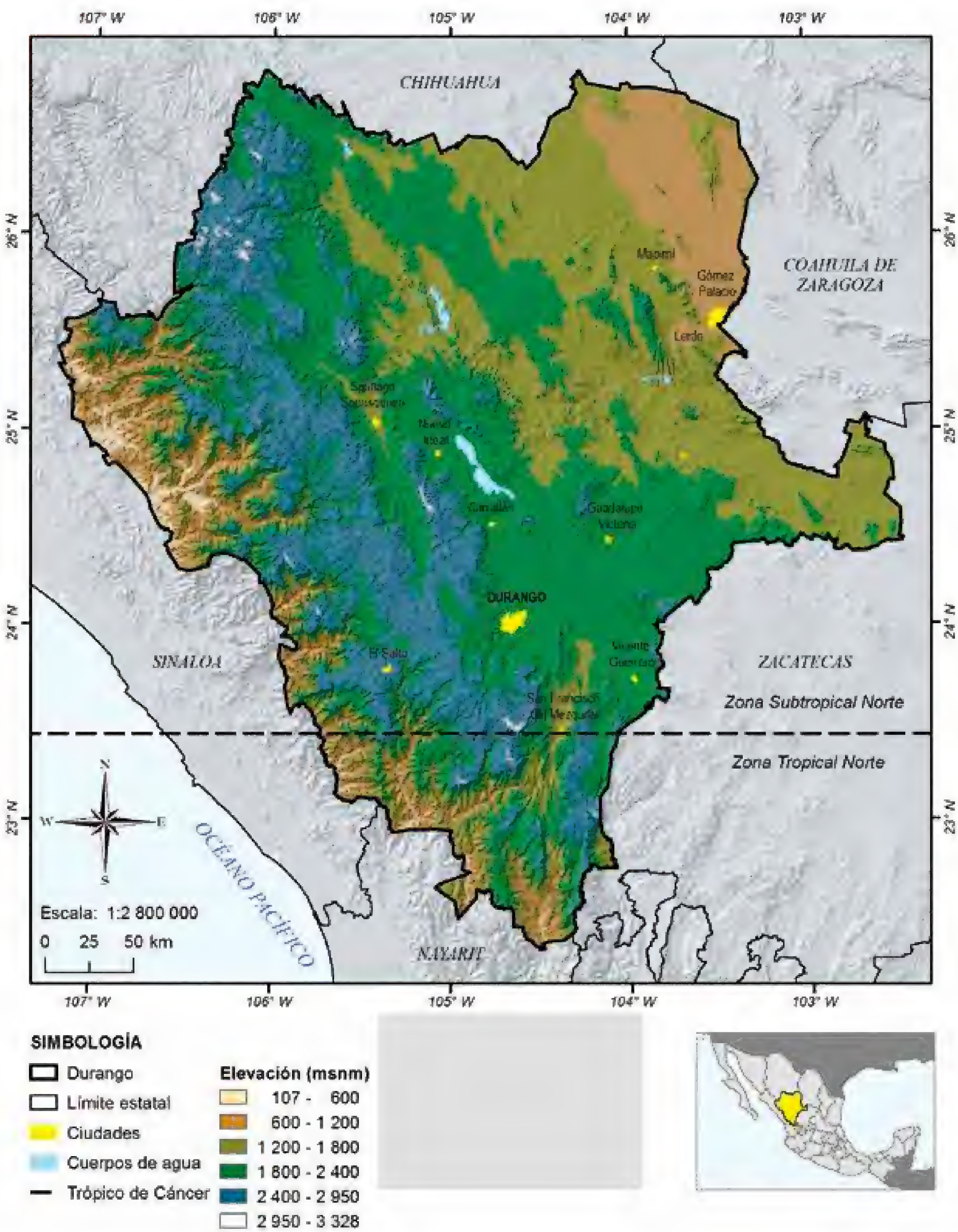


Figura 2. Ubicación y altitud.

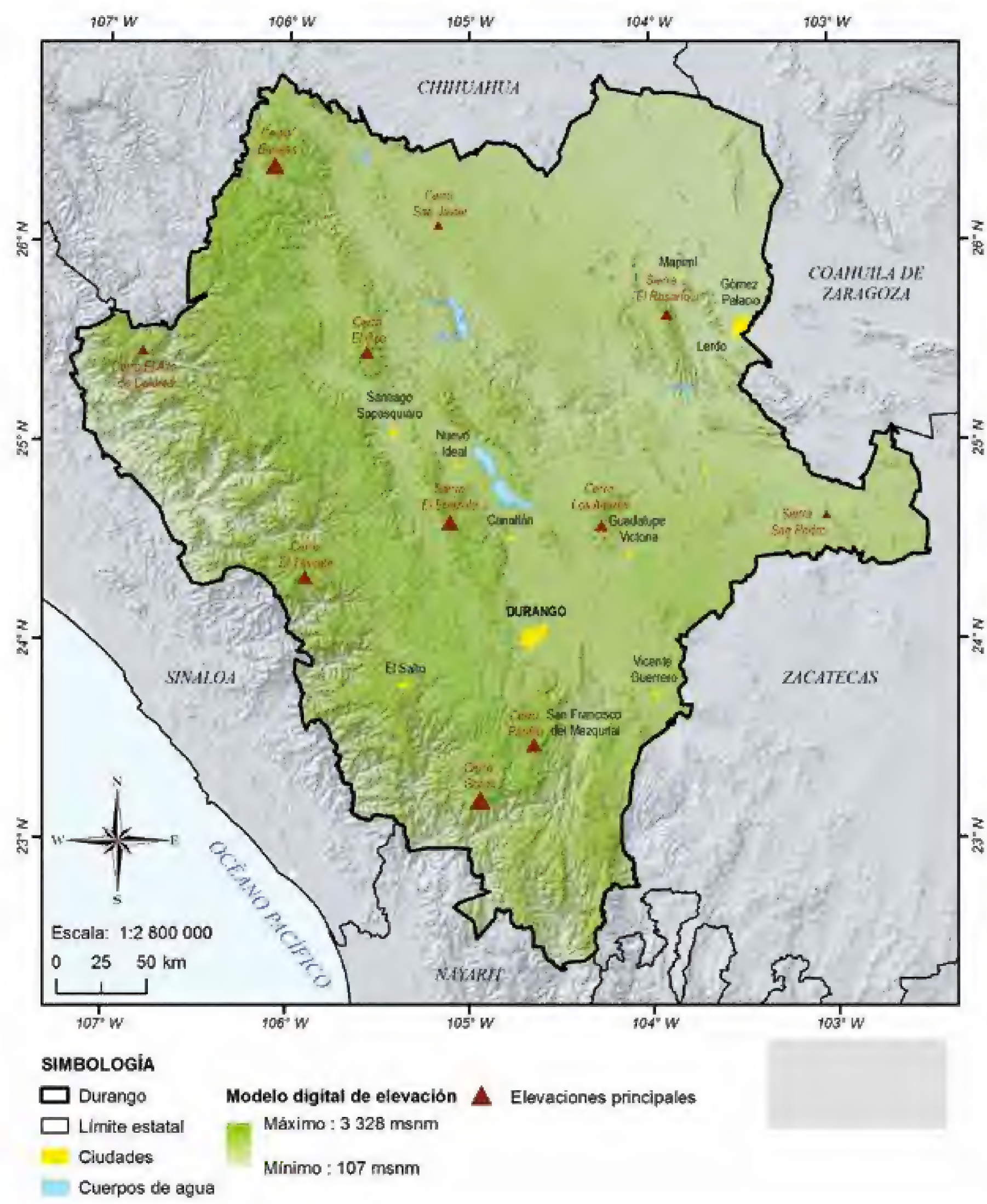


Figura 3. Elevaciones principales.

Figura 4. Paisaje del Bolsón de Mapimí.
Foto: *Marco Antonio Márquez Linares.*

Las altitudes van de 150 a 3340 msnm, con un promedio de 2200 msnm aproximadamente; sin embargo, este rango varía según la fuente de información. Por ejemplo, el continuo de elevaciones mexicano de resolución de 60 m muestra un rango de 107 a 3328 msnm (figura 2, INEGI 2013).

Cuadro 1. Principales elevaciones

Nombre	Altitud (msnm)
Cerro Gordo	3328
Cerro Barajas	3280
Sierra El Epazote	3221
Cerro Pánfilo	3160
Cerro El Táscate	3111
Cerro El Oso	3049
Cerro Los Altares	3017
Sierra El Rosario	2819
Cerro El Alto de Dolores	2800
Cerro San Javier	2318
Sierra San Pedro	2255

Fuente: INEGI 2014.

Las zonas más bajas se encuentran en el extremo occidental del estado en el declive de la Sierra Madre Occidental hacia el océano Pacífico; mientras que las zonas más altas corresponden a 11 elevaciones, siendo la más alta el cerro Gordo en la Sierra Madre Occidental con 3328 msnm (cuadro 1 y figura 3, INEGI 2014). Por su compleja fisiografía se encuentra una gran variedad de paisajes que van desde grandes y profundos cañones, hasta serranías, lomeríos, valles, lagunas y grandes ríos.

REFERENCIAS

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2005. México en cifras: información nacional, por entidad federativa y municipios. En: <*http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=10*>, última consulta: 20 de mayo de 2016.

—. 2013. Continuo de elevaciones mexicano 3.0 (CEM 3.0). Resolución 60 m, cobertura geográfica nacional. INEGI, México.

—. 2014. Anuario estadístico y geográfico de Durango 2014. Gobierno del Estado de Durango/INEGI. En: <*http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/DGO_ANUARIO_PDF.pdf*>, última consulta: 23 de mayo de 2015.

Fisiografía

Marco Antonio Márquez Linares

INTRODUCCIÓN

Las diferentes regiones fisiográficas de Durango son producto de las fuerzas geológicas que originaron la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental y el Altiplano mexicano. Una de estas fuerzas fue la subducción (hundimiento de una placa oceánica bajo una continental) de la placa Farallón debajo de la placa de Norteamérica ocurrida durante el Cretácico, la cual plegó la placa de Norteamérica para formar la Sierra Madre Occidental (Ferrari *et al.* 2005). Durante este periodo también ocurrieron episodios magmáticos en tres fases sucesivas: la andesítica, la riolítica y la basáltica, que cubrieron las rocas sedimentarias con materiales volcánicos, principalmente ácidos con alto contenido de sílice.

Como resultado de lo anterior, la entidad presenta cuatro de las 15 provincias fisiográficas existentes en México: la Sierra Madre Occidental, las Sierras y Llanuras del Norte, la Sierra Madre Oriental y la Mesa del Centro (figura 1, INEGI 2001), las cuales contienen nueve subprovincias (figura 2, INEGI 2001) y diferentes sistemas de topoformas (figura 3, INEGI 2001). Como se observa en el cuadro 1 y figura 2, las subprovincias de mayor extensión son la Gran Meseta y Cañones Duranguenses, y la Sierras y Llanuras de Durango que atraviesan el estado de noroeste a sureste; en la primera se establecen bosques de pino encino que permiten realizar actividades forestales, mientras que en la segunda se desarrollan principalmente actividades agrícolas y ganaderas (Gobierno del Estado 2011).

A continuación se describen brevemente las diferentes provincias y subprovincias existentes en la entidad.

Provincia Sierra Madre Occidental

Es la provincia que ocupa mayor superficie en el estado (71.3%), abarcando desde la región noroeste hasta el sureste del territorio. Es un terreno muy accidentado formado principalmente por mesetas, cañones y cañadas (figura 4). El sustrato geológico es principalmente de origen ígneo extrusivo ácido del cenozoico. En esta provincia se localizan tanto los sitios de mayor elevación como los más bajos, y presenta cuatro subprovincias.

Subprovincia Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses

Es la de menor extensión de la provincia Sierra Madre Occidental (4.2%) y se encuentra en la parte norte de la entidad. Está formada por rocas ígneas extrusivas ácidas, y se caracteriza por un relieve dominado casi totalmente por mesetas de gran superficie con cañadas.

Subprovincia Sierras y Llanuras de Durango

Presenta la mayor diversidad en cuanto al sustrato litológico, siendo más frecuentes las rocas de tipo ígneo extrusivo ácido y los conglomerados de origen sedimentario. Los sistemas de topoforma más comunes en esta subprovincia son: lomeríos con mesetas, llanura aluvial, lomerío con cañada y valle intermontano con lomerío.

Subprovincia Gran Meseta y Cañones Duranguenses

Presenta la mayor extensión (47.6% de la superficie de la provincia y 33.9% de la superficie estatal); está formada por rocas ígneas extrusivas ácidas y por mesetas de gran superficie con cañadas y sierras altas con cañones.

Subprovincia Mesetas y Cañadas del Sur

Es una zona de relieve abrupto dominado por rocas de origen ígneo extrusivo ácido, formando mesetas de gran superficie asociadas principalmente con cañadas y sierras altas con cañones.

Provincia Sierras y Llanuras del Norte

Esta provincia abarca 15.09% de la superficie del estado (cuadro 1), y se localiza en la parte noreste. Las áreas de llanuras están cubiertas de suelo profundo del Cuaternario (53%), mientras que el terreno de sierras está formado principalmente por rocas de origen sedimentario, como conglomerados (17%) y caliza-lutita (12%).

Márquez-Linares, M.A. 2017. Fisiografía. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 23-30.

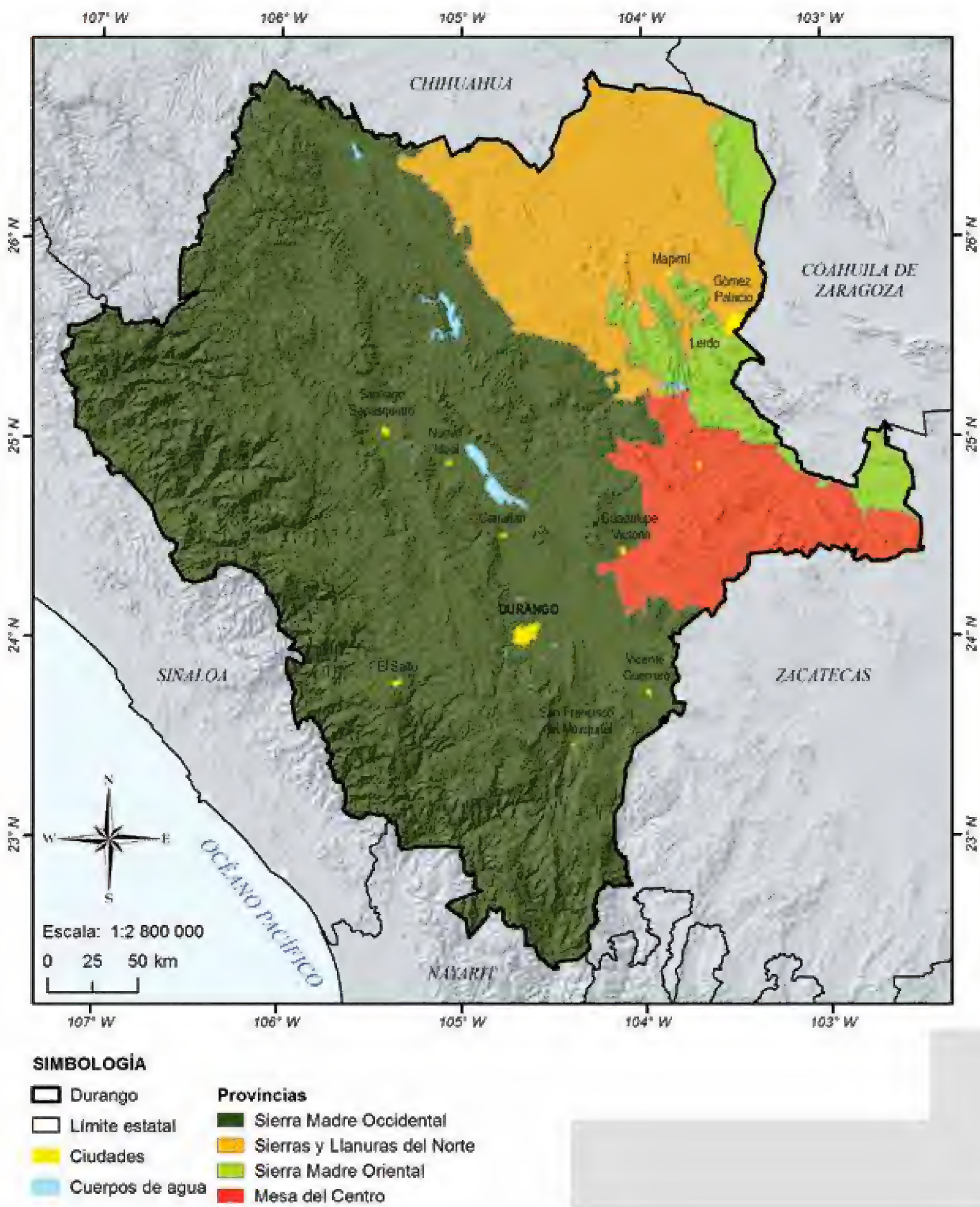


Figura 1. Provincias fisiográficas.

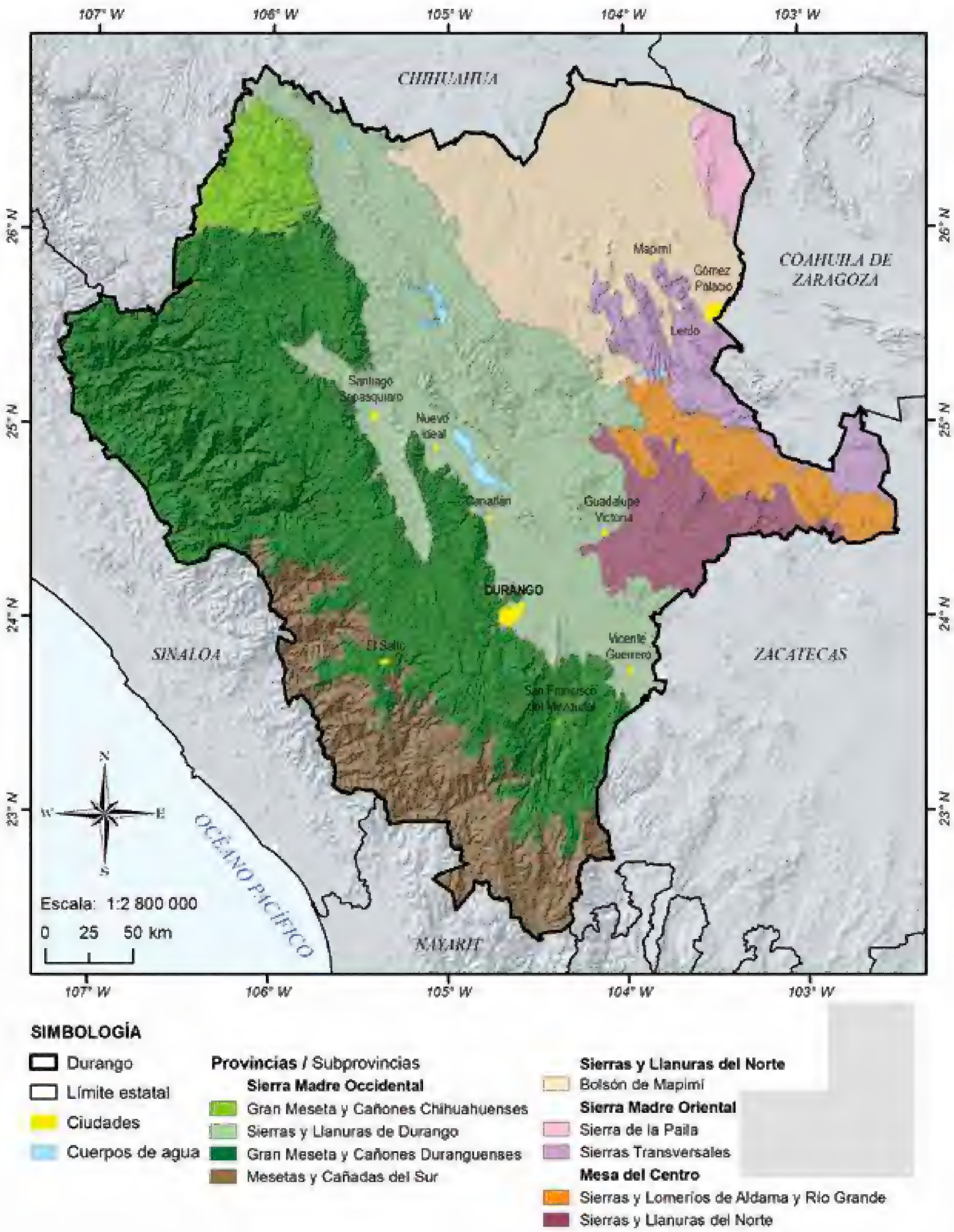


Figura 2. Subprovincias fisiográficas.

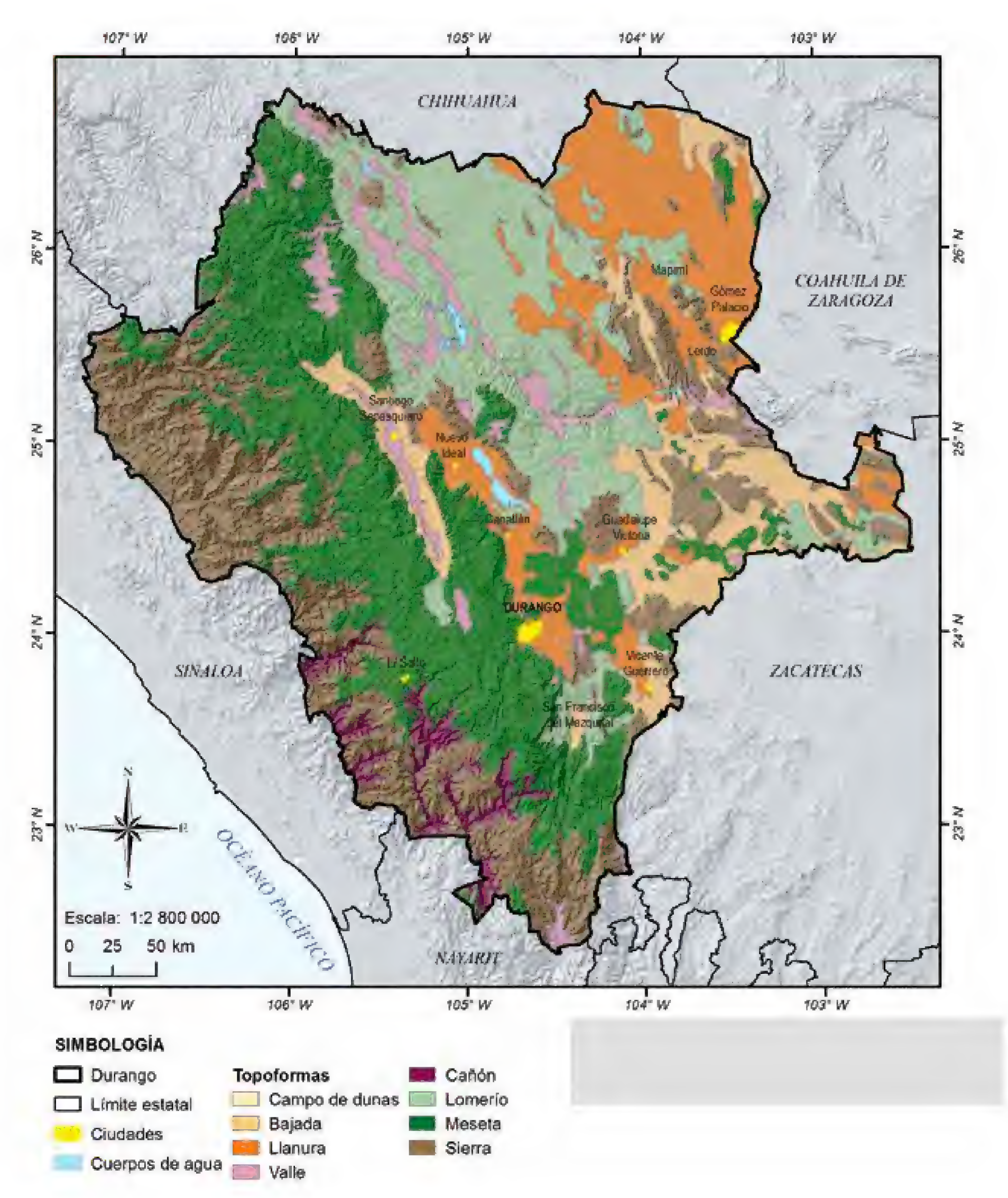


Figura 3. Sistema de topoformas.

Cuadro 1. Provincias y subprovincias fisiográficas

Provincia	Subprovincia	Superficie estatal (%)	Superfice de la provincia (%)
Sierra Madre Occidental	Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses	2.99	4.20
	Sierras y Llanuras de Durango	24.18	33.90
	Gran Meseta y Cañones Duranguenses	33.94	47.60
	Mesetas y Cañadas del Sur	10.19	14.30
	Subtotal	**71.30**	
Sierras y Llanuras del Norte	Bolsón de Mapimí	15.09	100.00
	Subtotal	**15.09**	
Sierra Madre Oriental	Sierra de la Paila	1.25	23.70
	Sierras Transversales	4.03	76.30
	Subtotal	**5.28**	
Mesa del Centro	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande	3.78	45.40
	Sierras y Llanuras del Norte	4.55	54.60
	Subtotal	**8.33**	

Fuente: INEGI 2008.

Su topografía es menos abrupta que en la provincia de la Sierra Madre Occidental; la altitud más baja es cercana a 1100 msnm y la más alta apenas llega a rebasar los 2400 msnm. La única subprovincia en Durango es el Bolsón de Mapimí (figura 5).

Subprovincia del Bolsón de Mapimí

Presenta un relieve poco abrupto, caracterizado principalmente por llanuras aluviales que forman suelos profundos y lomeríos ramificados con cañadas de roca sedimentaria de caliza-lutita y conglomerado.

Provincia Sierra Madre Oriental

La provincia Sierra Madre Oriental cubre 5.28% de la superficie estatal; esta zona es de origen sedimentario, principalmente de caliza (49%) y conglomerado (4%), lo que da un relieve relativamente accidentado (figura 6). También presenta áreas menos abruptas donde domina el suelo profundo (38%). El rango altitudinal va de 1100 a 2700 msnm. En Durango está representada por dos subprovincias: Sierra de la Paila y Sierras Transversales, siendo la segunda de mayor extensión.

Subprovincia Sierra de la Paila

Las topoformas existentes dentro de esta subprovincia son: llanura aluvial de suelo profundo, bajada con lomeríos, sierras complejas y mesetas principalmente de roca sedimentaria de caliza.

Subprovincia Sierras Transversales

Presenta una diversidad de tipos de sistemas de topoformas que hace que el relieve sea irregular. Los sistemas de topoformas más frecuentes son las sierras plegadas y las sierras complejas, pero también existen llanuras, bajadas, valles, etc. La litología superficial está dominada por rocas sedimentarias de calizas del Jurásico.

Figura 4. Vista de la cañada del río El Tecolote, municipio San Dimas; al fondo, la quebrada del río San Lorenzo.
Foto: *Marco Antonio Márquez Linares.*

Figura 5. Vista del Bolsón de Mapimí, municipio Mapimí.
Foto: *Marco Antonio Márquez Linares.*

Figura 6. Sierra del Rosario, municipio Mapimí.
Foto: *Marco Antonio Márquez Linares.*

Figura 7. Cerro El Castillo, municipio San Juan del Río.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Provincia Mesa del Centro

Una parte de esta provincia se extiende hacia la región oriental del estado y cubre 8.33% de su superficie. Geológicamente está constituida principalmente por suelo acumulado en partes poco accidentadas y por rocas de diversos tipos, como rocas ígneas extrusivas ácidas y rocas sedimentarias de conglomerado, además de rocas calizas. La menor altitud es de cerca de 1 100 msnm, y la mayor altura sobre el nivel del mar llega a ser un poco más de 2 400 msnm (figura 7). Las subprovincias de la Mesa del Centro representadas en Durango son: Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande, y Sierras y Llanuras del Norte.

Subprovincia Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande

Se localiza en el extremo este del estado, está formada geológicamente por rocas sedimentarias de conglomerado y caliza, suelos profundos y otros tipos de roca en menor proporción; su relieve está constituido por asociaciones de bajadas, sierras y lomeríos.

Subprovincia Sierras y Llanuras del Norte

Presenta un relieve relativamente accidentado debido a la frecuencia de bajadas, mesetas y sierras bajas con lomeríos con variedad de roca, como roca sedimentaria de conglomerado, rocas ígneas extrusivas ácidas y áreas cubiertas de suelo profundo.

Referencias

Ferrari, L., M. Valencia-Moreno y S. Bryan. 2005. Magmatismo y tectónica en la Sierra Madre Occidental y su relación con la evolución de la margen occidental de Norteamérica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 3:343-378.

Gobierno del Estado. 2011. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango. Publicado el 21 de julio de 2011 en el Periódico Oficial del Estado. Texto vigente. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/ordenamiento_durango.pdf*>, última consulta: 4 de mayo 2015.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional. Escala: 1:100 000. Serie I. INEGI, México.

—. 2008. Anuario estadístico de Durango. INEGI/Gobierno del Estado de Durango, Aguascalientes.

Clima

Armando Cortés Ortiz

FACTORES QUE DETERMINAN EL CLIMA

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre. Es el estado más frecuente en un lugar determinado y comprende los extremos y todas las variaciones (García 1986). La distribución de los climas está condicionada por una serie de factores que influyen en las temperaturas y las precipitaciones de cada zona. Estos factores son: la latitud, la altitud, el relieve, la proximidad o lejanía del mar, las corrientes marinas y la vegetación, los cuales se describen a continuación.

Latitud

La entidad se encuentra en la zona Subtropical Norte y en la zona Tropical Norte, como se muestra en la figura 1 (García 1986). La parte sur del estado, que corresponde a un área pequeña, se ubica en la zona Tropical Norte y se extiende entre la latitud de 10° N y el trópico de Cáncer. Esta zona tiene dos épocas de máximo calentamiento, porque recibe los rayos solares verticales dos veces al año. La mayor parte del estado queda dentro de la zona Templada Norte, la cual se encuentra entre el trópico de Cáncer y el Círculo Polar Ártico del hemisferio norte. Esta zona nunca recibe los rayos del sol verticales (García 1986).

Altitud

La altitud de Durango es muy variable. El estado tiene altitudes de 200 a 3340 msnm; sin embargo, las que ocupan la mayor parte del terreno están entre los 1500 y 2500 msnm, siendo las que se encuentran entre 1750 y 2000 msnm la moda de la distribución altimétrica, como se aprecia en la figura 2.

Relieve

La compleja topografía del terreno se puede observar mediante un perfil topográfico elaborado a lo largo de la línea trazada entre dos puntos, tal como se muestra en la figura 3. Dicha línea va del sureste al noreste del estado con una longitud de aproximadamente 402736 m. El perfil topográfico de esta línea muestra la altitud del terreno desde el punto A al punto B en la figura 4; la distancia del perfil es de 400 km y la altitud va de 200 a más de 2500 msnm. En el tramo de 0 a 160 km de distancia está representada la Sierra Madre Occidental con mayor altitud; la zona de la Altiplanicie se nota del lado derecho con menor altitud.

Proximidad o lejanía del mar

La Sierra Madre Occidental es una barrera montañosa y como tal, ocasiona el efecto de sombra pluviométrica (Hernández-Cerda y García 2005), presentándose como obstáculo a la penetración de los vientos húmedos del mar. Durango es un estado interior, sin contacto directo con el mar, en donde la mayor parte del límite noroeste a suroeste es lo más cercano a éste. Dicho límite se encuentra entre 50 y 100 km de distancia a la línea costera. El punto más cercano a la costa está a 50.2 km y el más lejano a 462.7 km al noreste del estado (figura 5). Puesto que el mar se calienta y enfría más lentamente que la tierra, las regiones más cercanas al mar son más frescas en el verano y menos frías en invierno. Lejos del mar las temperaturas son más extremas. Además, los mares son la fuente primordial de humedad de la atmósfera (Hernández-Cerda y García 2005).

Corrientes marinas

Las corrientes marinas influyen en el clima de las zonas costeras: si las corrientes son cálidas, elevan las temperaturas; si son frías, hacen que éstas desciendan.

Vegetación

La vegetación interactúa con el clima y el microclima de una zona. Cuando la vegetación es abundante disminuye el calor y hace que se produzcan más lluvias.

Cortés-Ortiz, A. 2017. Clima. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*. CONABIO, México, pp. 31-45.

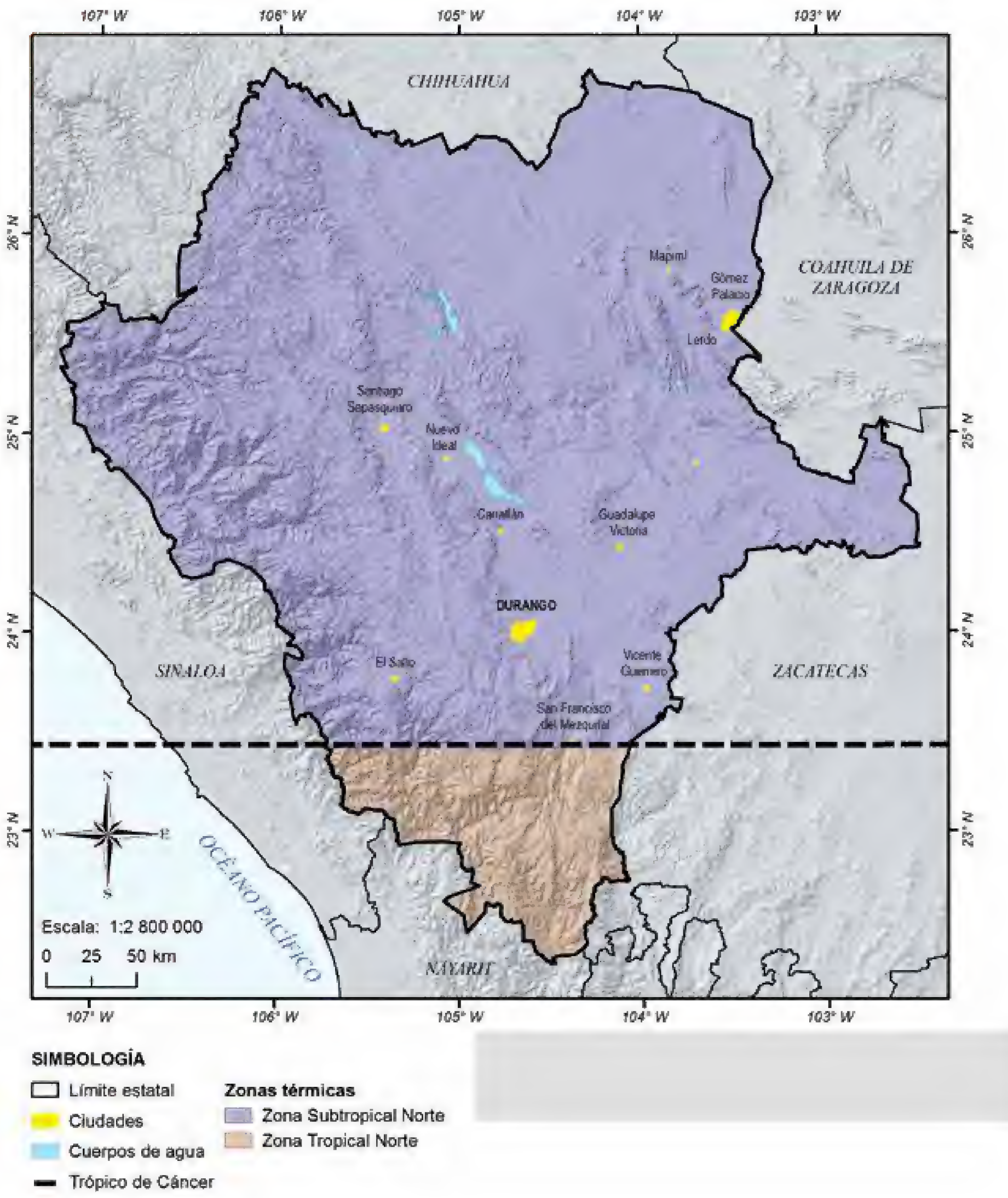


Figura 1. Zonas térmicas.

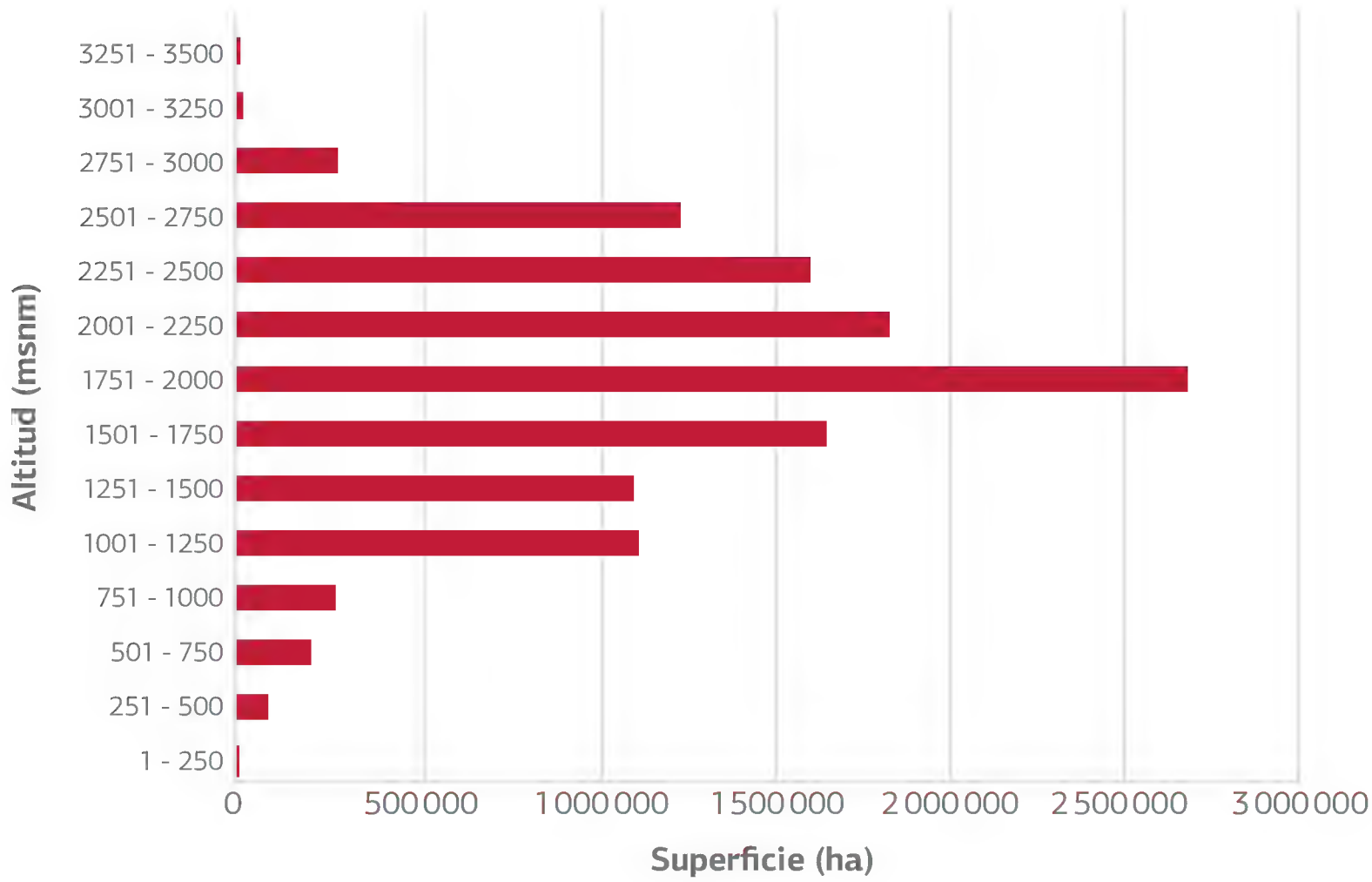


Figura 2. Superficie del terreno según su altitud.
Fuente: elaboración propia.

El estado presenta diferentes tipos de cobertura vegetal y lo que ocupa mayor superficie son los diferentes tipos de bosque; después los matorrales, pastizales y áreas dedicadas a la agricultura (INEGI 1998).

TEMPERATURA

Con la altitud existe una relación negativa; es decir, a medida que aumenta la altitud disminuye la temperatura, como se puede observar en los datos de las estaciones que se incluyen en cuadro 1.

La temperatura presenta una variación estacional: en el mes de octubre (otoño) inicia una época fría que termina en marzo al finalizar el invierno, mientras que en primavera y verano hay una época caliente que termina en octubre con la estación de otoño. Este régimen de temperatura se puede observar en la figura 6, con los datos de las estaciones El Salto, Durango y Ciudad Lerdo. Estas tres estaciones se localizan a diferente altitud y distancia desde el mar. La estación El Salto se encuentra a mayor altitud (en la Sierra Madre Oriental) y más cerca del mar, por lo que tiene mayor precipitación total. Por otro lado, la estación Ciudad Lerdo se encuentra a una altitud media, pero está más retirada del mar, por lo que la precipitación total es baja, de 212.7 mm anuales. La estación Durango se localiza a una altitud de 1 900 msnm y aproximadamente a la mitad del estado, por lo cual tanto los datos de precipitación como de temperatura están entre los valores de las otras dos estaciones.

La distribución geográfica de la temperatura media anual la podemos observar más fácilmente mediante un mapa (figura 7, DGGTN 1981a). En Durango existen lugares en donde la temperatura media anual es muy baja (semifría) por tener una gran altitud. Los sitios con baja altitud presentan una temperatura media anual relativamente alta (cálida). En dicho mapa se observan las zonas oeste y suroeste del estado, en donde se presentan las menores altitudes y la temperatura es alta (cálida y semicálida), mientras que en las partes más elevadas de la Sierra Madre Occidental las temperaturas son bajas, de 8 a 10 °C. La parte este y noreste del estado es una gran zona que corresponde al 56.4%, con temperaturas de 16 a 22 °C (cuadro 2).

PRECIPITACIÓN

Otro elemento importante del clima es la precipitación; los aspectos considerados en esta descripción corresponden a su periodicidad estacional (régimen de lluvias o régimen pluviométrico), a la cantidad total anual y su distribución en el territorio.

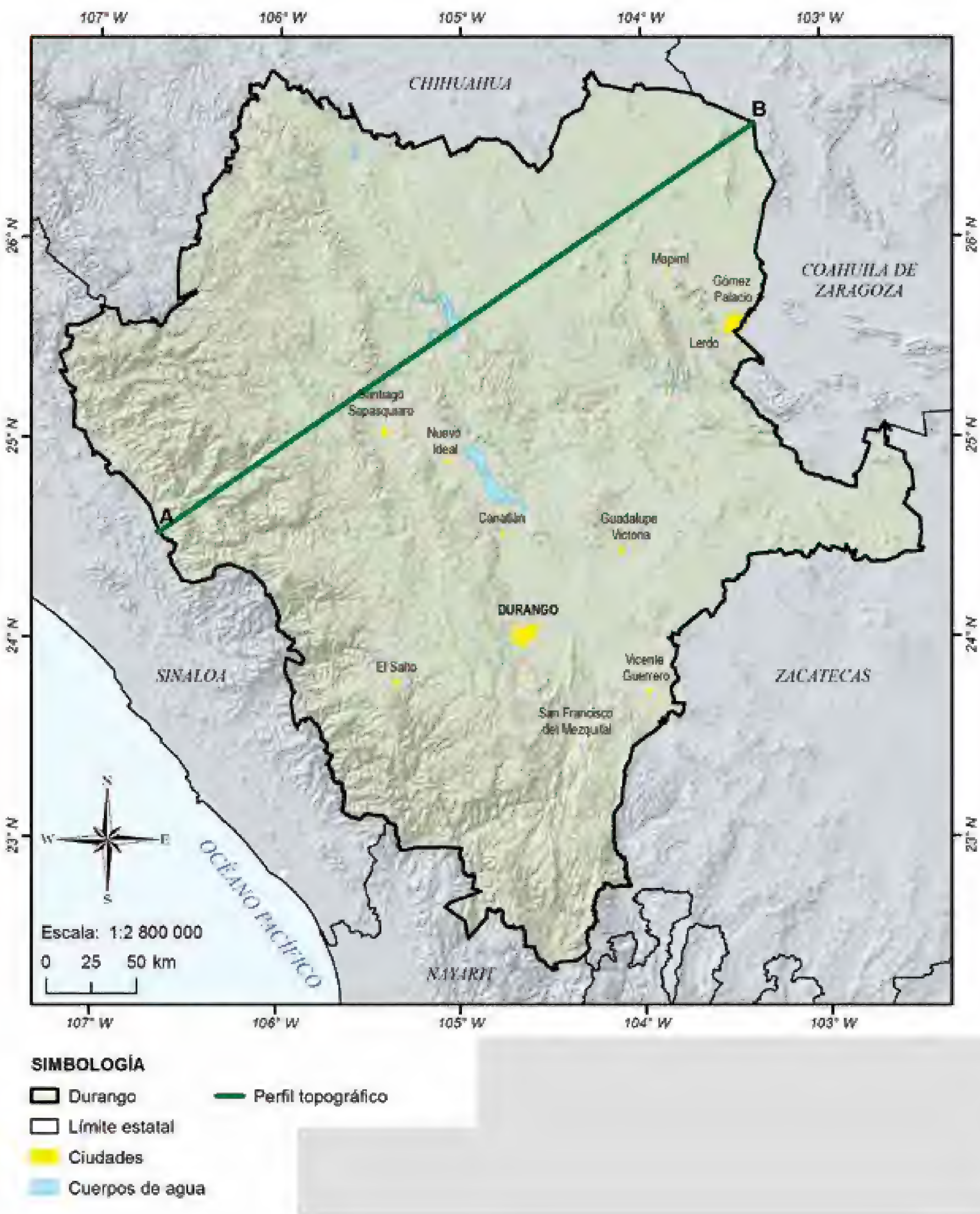
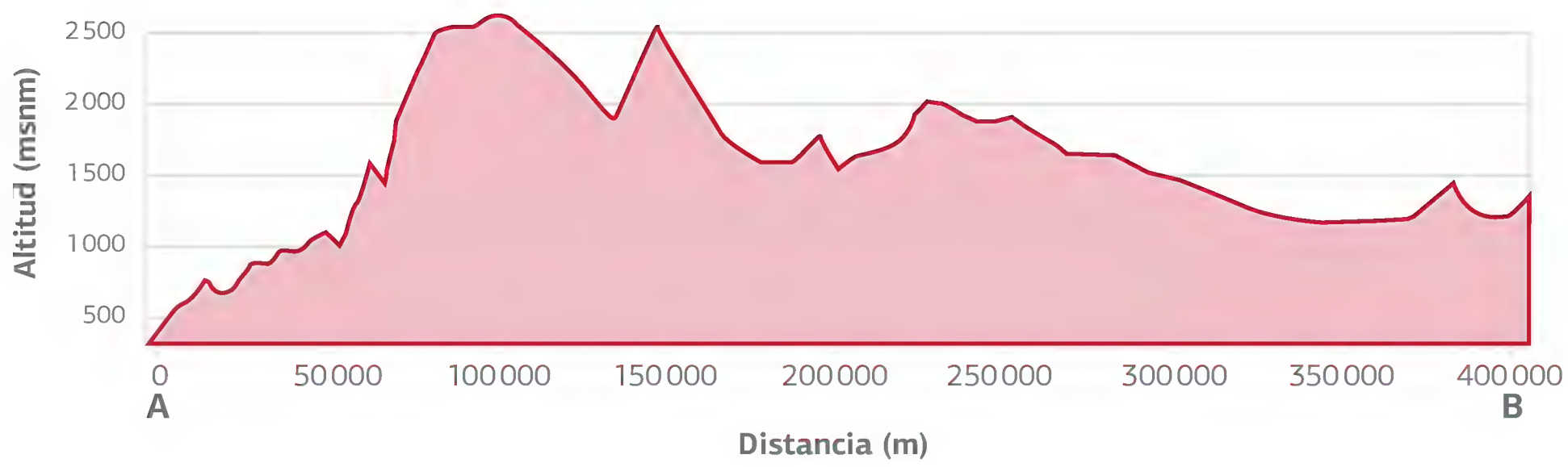


Figura 3. Ubicación de la línea (A-B) para el trazo del perfil topográfico.



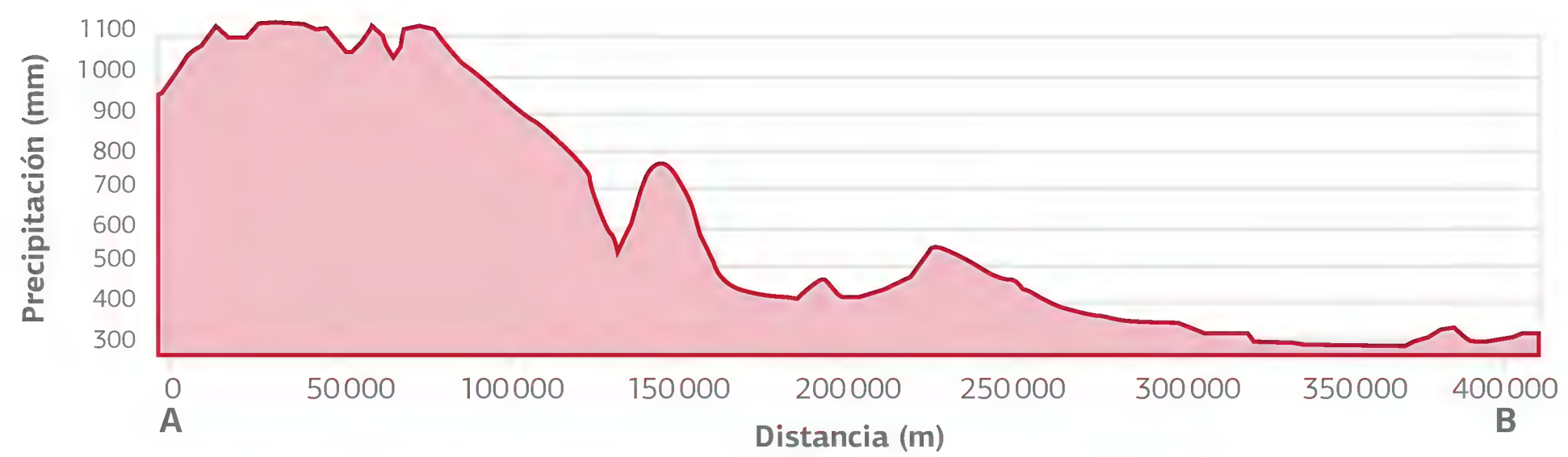


Figura 4. Perfil altitudinal y precipitación media anual a lo largo del perfil (A-B).
Fuente: elaboración propia.

Hay una variación estacional de la precipitación en el estado, ya que existen meses del año en que ésta es más notable y corresponde a la estación de verano, por lo que es común llamar a los tipos de clima con el complemento "con lluvias de verano". Esto se puede apreciar en los diagramas ombrotérmicos de las tres estaciones consideradas (figura 6), en las cuales se observa que los meses con mayor precipitación son junio, julio y agosto, y que comienza a ser menor en septiembre y octubre. También se aprecia que la cantidad de lluvia total anual es distinta dentro del estado, como se observa en los datos de las estaciones del cuadro 3.

La precipitación presenta una variación espacial debida, entre otros factores, al efecto de sombra orográfica de la Sierra Madre Occidental y a la distancia al mar. El efecto de la sombra orográfica se puede apreciar en el perfil de precipitación total anual y el perfil topográfico de la línea de A-B de la figura 4. En éste se observa que el terreno alcanza mayor altitud cerca de los 100 000 m de distancia del punto A, mientras que en el perfil de la precipitación se aprecian los valores más altos de precipitación de 0 a 100 000 m del punto A, correspondiente al flanco occidental de la sierra. A más de 100 000 m de distancia, baja la precipitación por ser la zona más alejada del mar.

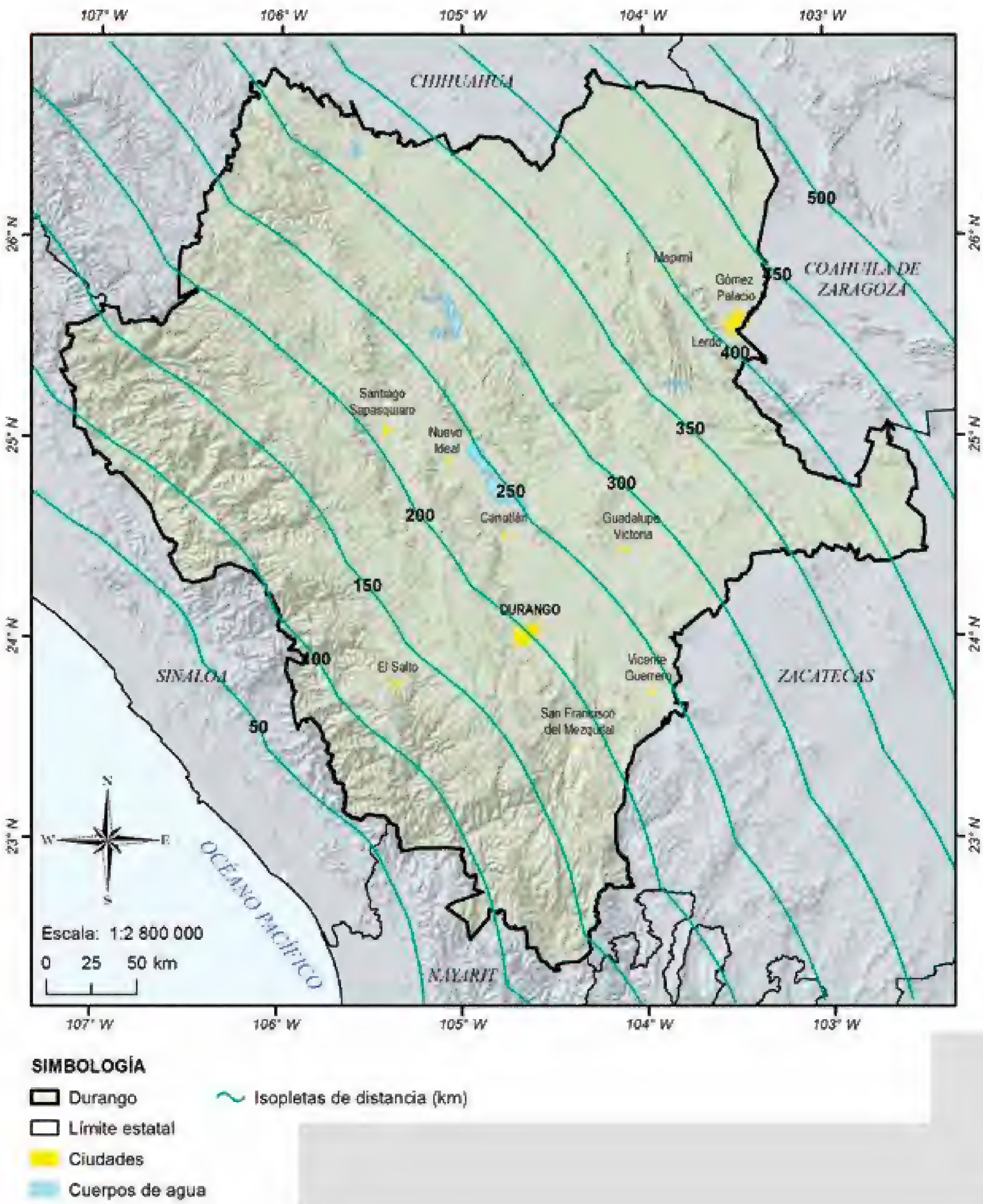


Figura 5. Distancia en kilómetros desde el litoral del Pacífico.

Cuadro 1. Datos de estaciones meteorológicas

Estación	Clave	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)	Temperatura media anual (°C)
El Salto	00010025	105° 21' 32"	23° 46' 51"	2 000	11.00
Durango	00010017	104° 36' 26"	24° 03' 30"	1 900	17.30
Ciudad Lerdo	00010009	103° 31' 19"	25° 32' 46"	1 142	20.80

Fuente: INEGI 2008.

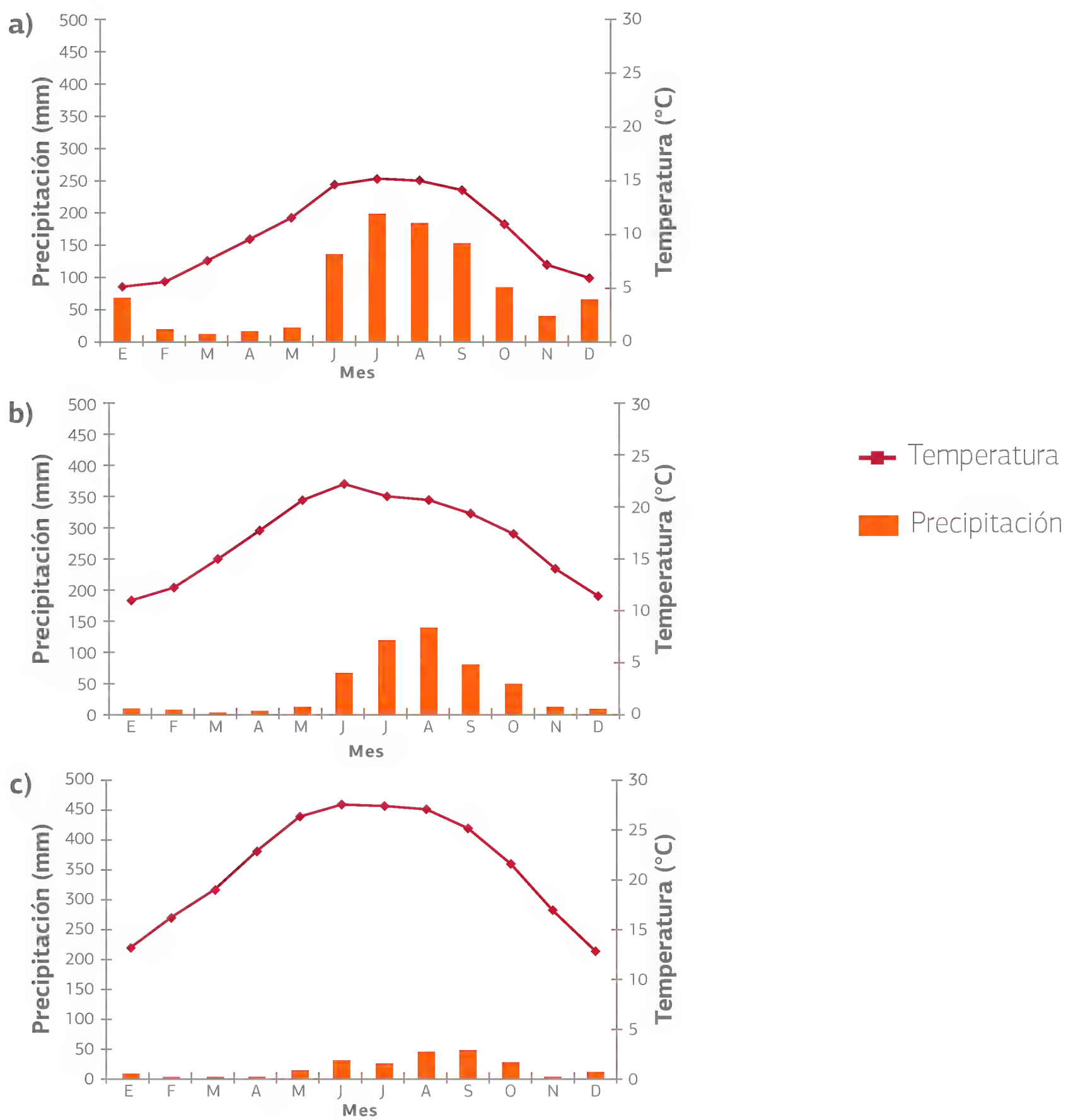


Figura 6. Régimen anual de precipitación y de temperatura mensual en las estaciones a) El Salto, b) Durango y c) Ciudad Lerdo.
Fuente: INEGI 2008.

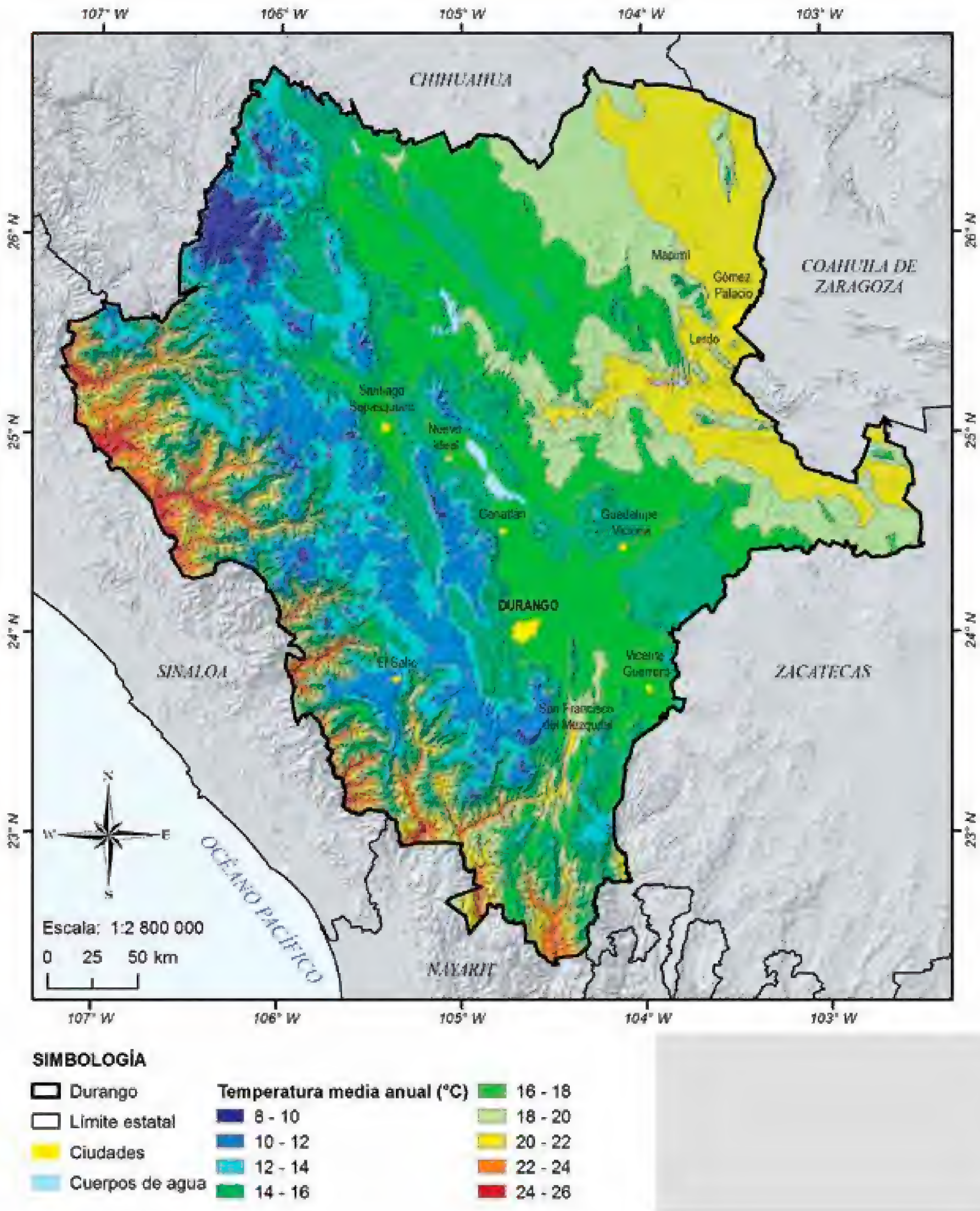


Figura 7. Distribución geográfica de la temperatura media anual.

Cuadro 2. Intervalos de temperatura media anual y porcentaje de superficie

Temperatura (°C)	Piso térmico*	Superficie (%)
8 - 10	Semifría	1.50
10 - 12	Semifría	9.90
12 - 14	Templada	10.20
14 - 16	Templada	17.90
16 - 18	Templada	26.00
18 - 20	Semicálida	15.80
20 - 22	Semicálida	14.60
22 - 24	Cálida	3.10
24 - 26	Cálida	1.00
Total		**100.00**

Fuente: DGGTN 1981a y * García 1986.

Cuadro 3. Porcentaje de superficie según la precipitación total anual

Precipitación total anual (mm)	Superficie (%)
100 - 200	0.40
200 - 300	11.46
300 - 400	14.59
400 - 500	18.14
500 - 600	11.74
600 - 700	8.60
700 - 800	8.16
800 - 100	11.51
1 000 - 1 200	9.42
1 200 - 1 500	5.97
1 500 - 1 800	0.01
Total	**100.00**

Fuente: DGGTN 1981b.

Dentro del estado hay zonas en que la precipitación es baja, cerca de 200 mm anuales, y otras zonas donde es mayor de 1 500 mm anuales (cuadro 3 y figura 8, DGGTN 1981b).

Casi la mitad del estado (56.3%) presenta una precipitación total menor de 600 mm anuales; esta zona se localiza en las áreas más retiradas del mar y con el efecto de sombra orográfica causada por la Sierra Madre Occidental. Así, la vertiente al Pacífico es donde se presenta mayor precipitación.

Para este elemento, García (1986) menciona que para definir el límite entre el clima seco y el clima húmedo es necesario considerar conjuntamente la cantidad de precipitación anual, la temperatura y la época de lluvia.

Tipos de climas

Según la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (DGGTN 1981c), en el estado existen áreas con climas cálidos, semicálidos, secos, muy secos, templados y semifríos (figura 9). Los tipos de clima con mayor extensión en el estado son el semiseco y el templado subhúmedo; entre los dos tipos ocupan 50% de la superficie estatal (cuadro 4).

La identificación de los climas de Durango fue realizada según el Sistema de Clasificación Climática de Köppen modificado por García (García 1973) y usado en la Carta de Climas (DGGTN 1981c). Los climas se establecen de acuerdo con el régimen de temperatura, temperatura media anual, régimen de lluvia y precipitación total anual. Así, el estado presenta climas de los grupos climáticos A, B y C, con diferentes tipos de climas y subtipos, los cuales se resumen en el cuadro 5.

Grupo de climas A

Es un clima caliente, con temperatura del mes más frío superior a 18 °C.

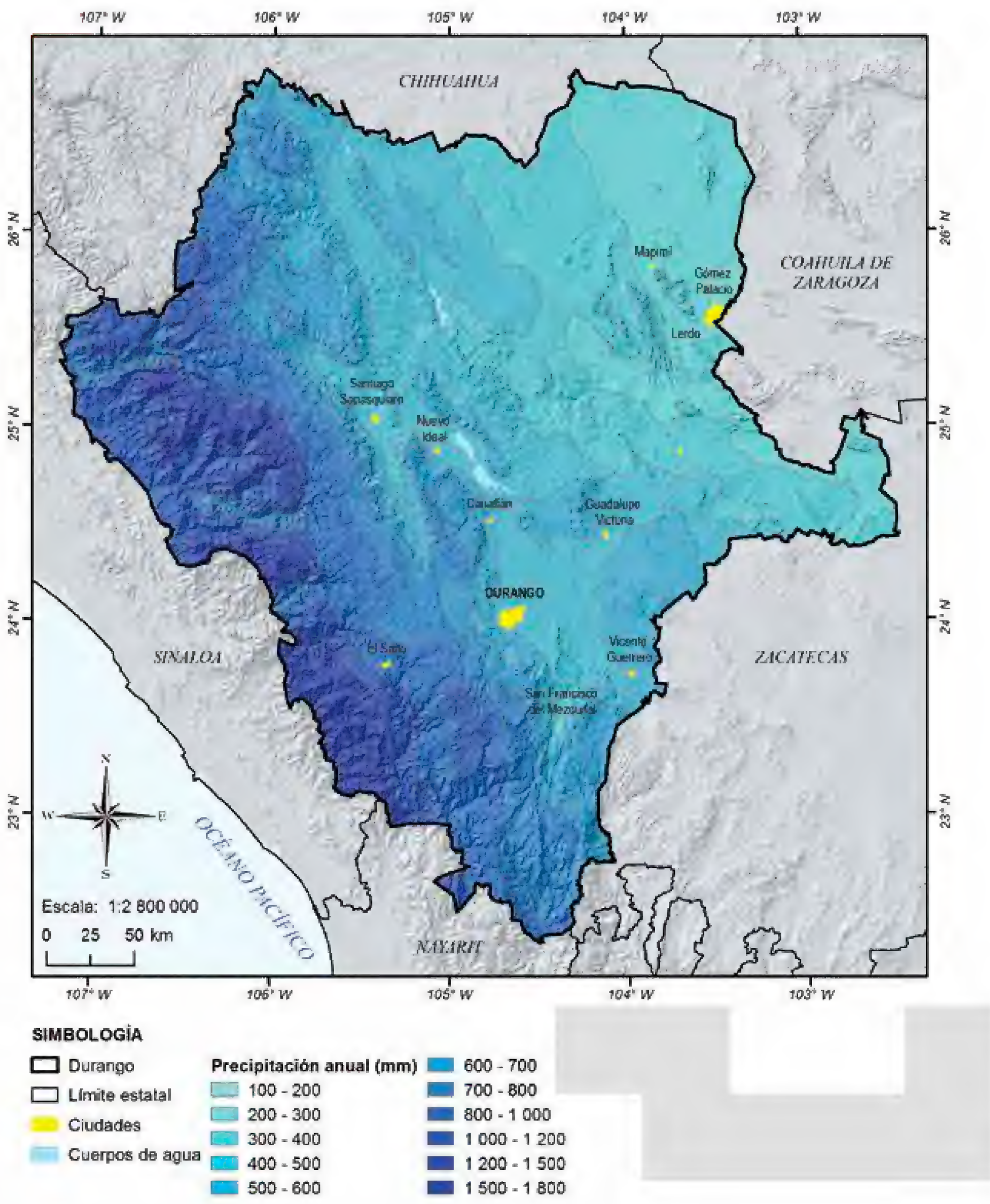


Figura 8. Distribución espacial de la precipitación total anual.

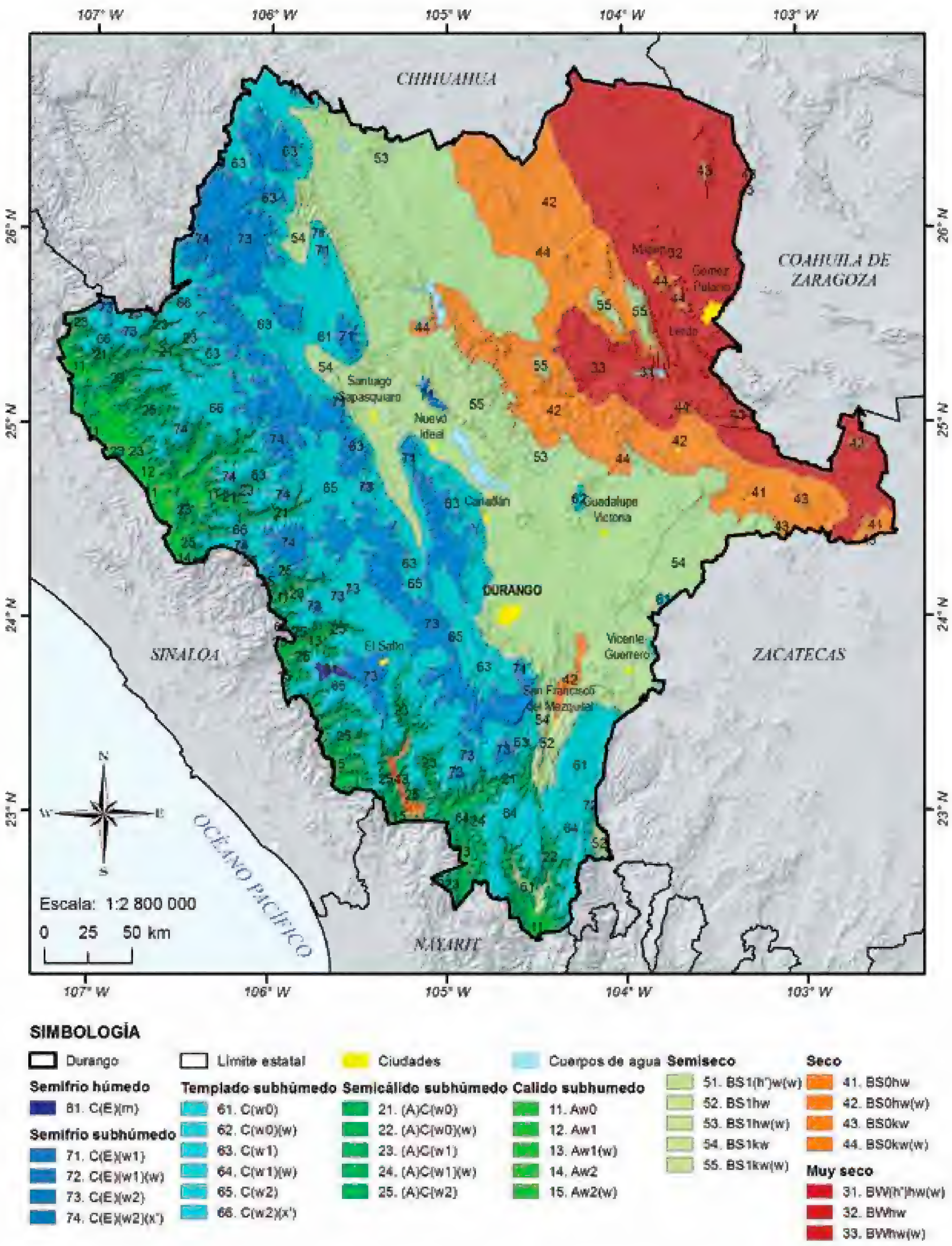


Figura 9. Tipos de clima.

Cuadro 4. Tipos de clima y porcentaje de extensión

Tipo de clima	Superficie (%)
Semiseco	28.30
Templado subhúmedo con lluvias en verano	22.60
Muy seco	14.20
Seco	12.20
Semifrío subhúmedo con lluvias en verano	11.20
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	7.80
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	3.60
Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano	0.10
Total	**100.00**

Fuente: DGGTN 1981c.

Cuadro 5. Clasificación de los climas en el estado

Grupo	Subgrupo	Tipo	Subtipo
A Cálido húmedo	A Cálido (temperatura media anual mayor de 22 °C)	Aw Subhúmedo con lluvias en verano y con lluvia en invierno entre 5 y 10.20%	Aw_0 Los más secos de los subhúmedos, con un cociente P/T menor de 43.20
			Aw_1 Los intermedios en cuanto al grado de humedad, con un cociente P/T entre 43.20 y 55.30
			Aw_2 Los más húmedos de los subhúmedos, con un cociente P/T mayor de 55.30
		Aw(w) Con lluvia invernal menor de 5%	$Aw_1(w)$ Intermedio, con grado de humedad P/T entre 43.20 y 55.30
			$Aw_2(w)$ Los más húmedos de los subhúmedos, con un cociente P/T mayor de 55.30
	(A)C Semicálido (temperatura media anual mayor de 18 °C)	(A)C(w) Subhúmedo con lluvias en verano y con lluvia en invierno entre 5 y 10.20%	$(A)C(w_0)$ Los más secos de los subhúmedos, con un cociente P/T menor de 43.20
			$(A)C(w_1)$ Los intermedios en cuanto al grado de humedad, con un cociente P/T entre 43.20 y 55.30
			$(A)C(w_2)$ Los más húmedos de los subhúmedos, con un cociente P/T mayor de 55.30
		(A)C(w)(w) Subhúmedo con lluvias en verano y con lluvia invernal menor de 5%	$(A)C(w_0)(w)$ Los más secos de los subhúmedos, con P/T menor de 43.20
			$(A)C(w_1)(w)$ Intermedio, con grado de humedad P/T entre 43.20 y 55.30

Cuadro 5. Continuación

Grupo	Subgrupo	Tipo	Subtipo
C Templado húmedo	C Templado (temperatura media anual entre 12 y 18 °C)	C(w) Subhúmedo con lluvias de verano y con lluvia invernal entre 5 y 10.20%	C(w_0) Los más secos de los subhúmedos, con un cociente P/T menor de 43.20
			C(w_1) Intermedio de los subhúmedos, con un P/T entre 43.20 y 55.30
			C(w_2) Los más húmedos de los subhúmedos, con un P/T mayor de 55.30
		C(w)(w) Subhúmedo con lluvias en verano y con lluvia invernal menor de 5%	C(w_0)(w) Los más secos de los subhúmedos, con un cociente P/T menor de 43.20
			C(w_1)(w) Intermedio de los subhúmedos, con un P/T entre 43.20 y 55.30
			C(w_2)(w) Los más húmedos de los subhúmedos, con un P/T mayor de 55.30
	C(E) Semifrío (temperatura media anual entre 5 y 12 °C)	C(E)(m) Húmedos con lluvias intensas de verano. Porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.20%	C(E)(m) Con precipitación del mes más seco inferior a los 60 mm
		C(E)(w)(x') Subhúmedo con lluvias de verano. Con lluvia invernal mayor de 10.20%	C(E)(w_2)(x') Los más húmedos de los subhúmedos, con un P/T mayor de 55.30
		C(E)(w) Subhúmedo con lluvias de verano y con lluvia invernal entre 5 y 10.20%	C(E)(w_1) Los intermedios de los subhúmedos en cuanto grado de humedad, con un P/T entre 43.20 y 55.30
			C(E)(w_2) Los más subhúmedos de los subhúmedos, con un P/T mayor de 55.30
		C(E)(w)(w) Subhúmedo con lluvias de verano y lluvia invernal menor de 5%	C(E)(w_1)(w) Los intermedios de los subhúmedos en cuanto grado de humedad, con un P/T entre 43.20 y 55.30

Cuadro 5. Continuación

Grupo	Subgrupo	Tipo	Subtipo
B Secos		BW Muy seco o desértico	BW(h')w(w) Muy cálido, con temperatura media anual mayor de 22 °C Con lluvias de verano y con lluvias de invierno menor de 5%
			BWhw Semicálido con invierno fresco. Temperatura media anual mayor de 18 °C Lluvias de verano y con lluvias invernales entre 5 y 10.20%
			BWhw(w) Semicálido con invierno fresco. Temperatura media anual mayor de 18 °C Con lluvias de verano y con lluvias de invierno menor de 5%
		BS Menos seco o de estepa	BS_0hw Seco semicálido con invierno fresco, temperatura media anual mayor de 18 °C y con lluvias en verano y con 5 a 10.20% de lluvias invernales
			BS_0hw(w) Seco semicálido con invierno fresco, temperatura media anual mayor de 18 °C y con lluvias de invierno menor de 5%
			BS_0kw Seco templado con verano cálido, con temperatura media anual entre 12 y 18 °C, con lluvias de verano y con 5 a 10.20% de lluvia invernal
			BS_0kw(w) Seco templado con verano cálido, con temperatura media anual entre 12 y 18 °C, con lluvias de verano y con menos de 5% de lluvia invernal
			BS_1(h')w(w) Semiseco muy cálido con temperatura media anual mayor de 22 °C, con lluvias de verano y con menos de 5% de lluvia invernal
			BS_1hw Semiseco semicálido con invierno fresco, temperatura media anual mayor de 18 °C, con lluvias de verano y con lluvia invernal entre 5 y 10.20%
			BS_1hw(w) Semiseco semicálido con invierno fresco, temperatura media anual mayor de 18 °C, con lluvias de verano y con lluvia invernal menor de 5%
			BS_1kw Semiseco templado con verano cálido, con temperatura media anual entre 12 y 18 °C, con lluvias de verano y lluvia invernal entre 5 y 10.20%
			BS_1kw(w) Semiseco templado con verano cálido, con temperatura media anual entre 12 y 18 °C, con lluvias de verano y lluvia invernal menor de 5%

Cociente P/T: Precipitación total anual/Temperatura media anual.

El porcentaje de lluvia invernal corresponde al porcentaje de la precipitación total anual.

Fuente: García 1973, DGGTN 1981c e INEGI 2001.

Grupo de climas B

Son climas secos, en los que la evaporación excede a la precipitación, por lo que ésta no es suficiente para alimentar corrientes de agua permanentes. Para definir estos climas se consideran tanto la temperatura media anual como el régimen de lluvias.

Grupo de climas C

La temperatura media del mes más frío es inferior a 18 °C, pero superior a -3 °C. La temperatura del mes más caliente es superior a 10 °C. La temperatura del mes más frío, de -3 °C, coincide con el límite de las zonas cubiertas de nieve por un mes o más.

REFERENCIAS

DGGTN. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. 1981a. Carta de temperaturas medias anuales. En: *Atlas del medio físico.* Secretaría de Programación y Presupuesto, México, pp. 98-115.

—. 1981b. Carta de precipitación total anuales. En: *Atlas del medio físico.* Secretaría de Programación y Presupuesto, México, pp. 116-133.

—. 1981c. Carta de climas. En: *Atlas del medio físico.* Secretaría de Programación y Presupuesto, México, pp. 80-97.

García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.* Instituto de Geografía-UNAM, México.

—. 1986. *Apuntes de climatología.* Offset Larios S.A., México.

Hernández-Cerda, M.E., y E. García. 2005. Condiciones climáticas de las zonas áridas en México. En: *Enriqueta García, Antología.* R. Orellana-Lanza y R. Vidal-Zepeda (eds.). Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C./Instituto de Geografía-UNAM, México, pp. 9-25.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1998. Diccionario de datos de uso del suelo y vegetación, escala 1:1 000 000 (vectorial). INEGI, Aguascalientes.

—. 2001. Diccionario de datos climáticos, escala 1:250 000 y 1:1 000 000 (vectorial). INEGI, Aguascalientes.

—. 2008. Anuario estadístico de Durango. INEGI/Gobierno del Estado de Durango, Aguascalientes.

Edafología

Jesús Noel Herrera Pedroza

INTRODUCCIÓN

Durango presenta una gran heterogeneidad de los factores formadores del suelo, como son la litología superficial, el clima, la cobertura vegetal, el relieve y las actividades humanas, originando una gran variación en los tipos de suelos que se encuentran en la entidad; esta variación se presenta tanto en forma horizontal como vertical en los diferentes horizontes.

Existen diferentes sistemas de clasificación de suelo. El sistema empleado en el presente trabajo es el del anteriormente conocido como Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI 2004a), que a su vez está basado en el Sistema de Clasificación de la FAO-UNESCO 1968, modificado por DETENAL (INEGI 2004b). Este sistema clasifica el suelo en unidades y subunidades edafológicas tomando en cuenta las propiedades morfológicas, físicas y químicas del suelo, que son directamente traducibles a ventajas o desventajas para su utilización en determinadas actividades humanas (INEGI 1998).

En la entidad se presentan la mayoría de las unidades y subunidades establecidas por dicho sistema. Los suelos dominantes se indican en el cuadro 1, siendo Litosol, Regosol y Feozem las unidades con mayor extensión geográfica, seguidos por Xerosol, Cambisol, Rendzina, Yermosol, Castañozem y Vertisol, además de otras nueve unidades de menor proporción (figura 1, INEGI 2004b).

Desde el punto de vista edafológico, Durango se encuentra zonificado de manera natural en tres grandes regiones que se orientan aproximadamente de noroeste a sureste. La región occidental corresponde al gran sistema montañoso denominado Sierra Madre Occidental, la parte central corresponde a la región de los Valles y la nororiental a la zona Árida y Semiárida. Estas tres regiones comprenden diferentes orígenes geológicos (véase el capítulo titulado Fisiografía, en esta obra) además de climas contrastantes (véase el capítulo titulado Clima, en esta obra) que dan origen a diferentes tipos de suelos que se describen a continuación (cuadro 2).

SUELOS DE LA REGIÓN DE LA SIERRA

Los suelos en la Sierra Madre Occidental son jóvenes, someros y poco desarrollados, generalmente de color claro derivado de la presencia de minerales como el cuarzo y feldespatos, heredados de las rocas ácidas que los originan. El cuarzo, en particular, es uno de los minerales más estables y en consecuencia más difíciles de degradar o intemperizar como consecuencia de su exposición al clima, la vegetación o actividad microbiana, manifestándose en abundantes cristales que provocan una textura de tendencia arenosa. Cuando se originan de rocas ígneas intrusivas ácidas como el granito —donde los cristales son de tamaño grande— la textura es arenosa; el perfil presenta abundantes fragmentos de la roca que los origina. Son suelos poco estructurados, con bloques subangulares de tamaño fino o medio, y desarrollo débil o moderado, susceptibles a la erosión (Buol *et al.* 1981).

Al desarrollarse en un ambiente fresco y relativamente húmedo, los suelos de la Sierra Madre Occidental presentan concentraciones de bases intercambiables (Ca, Mg, Na y K) de bajas a moderadas, provocando un pH ácido o ligeramente ácido que limita la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Esta situación se acentúa por una baja capacidad de intercambio catiónico, derivada de una reducida proporción de arcilla donde predomina la caolinita, la cual se forma a partir de la descomposición de los feldespatos derivados del intemperismo de las rocas ígneas ácidas. La caolinita se caracteriza por ser eléctricamente neutra y no adsorber los cationes en cantidades suficientes; de ahí la baja fertilidad de los suelos. Normalmente están libres de acumulaciones excesivas de sales solubles (cloruros, bicarbonatos, etc.) y sodio intercambiable que limiten el desarrollo de las plantas (Buol *et al.* 1981).

En esta parte del estado se presentan diversos tipos de suelos, predominando los denominados Litosoles y Regosoles, frecuentemente asociados, los cuales cubren amplias zonas. Los primeros se caracterizan por ser muy someros con menos de 10 cm de profundidad, con características heredadas de la roca original.

Herrera-Pedroza, J.N. 2017. Edafología. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 47-52.

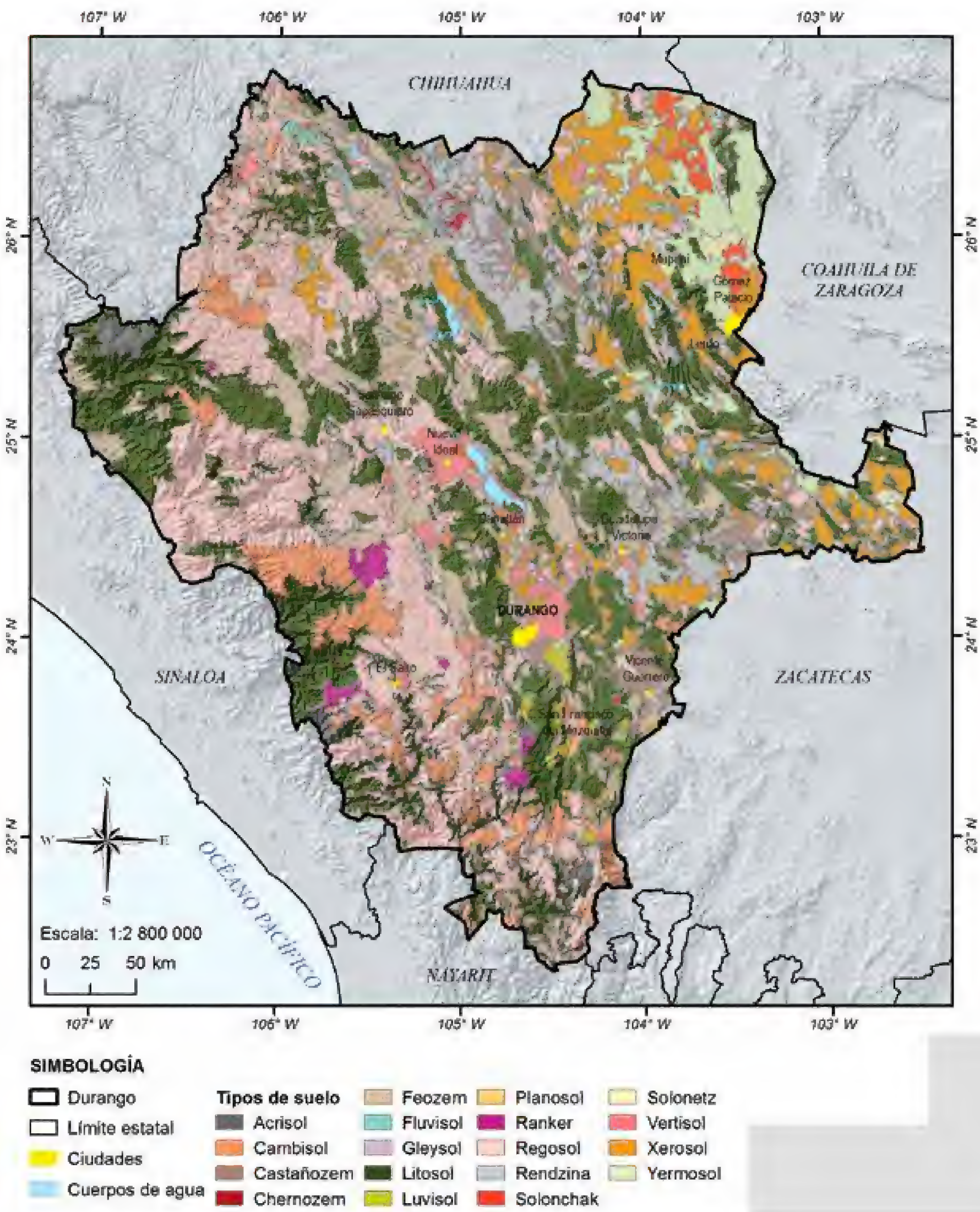


Figura 1. Distribución general de las unidades dominantes de suelo.

Cuadro 1. Unidades de suelo dominantes y porcentaje de la superficie estatal

Unidad de suelo dominante	Superficie estatal (%)
Litosol	30.03
Regosol	24.73
Feozem	11.72
Xerosol	7.89
Cambisol	6.32
Rendzina	5.29
Yermosol	4.28
Castañozem	2.48
Vertisol	2.29
Solonchak	0.93
Luvisol	0.79
Acrisol	0.77
Ranker	0.64
Fluvisol	0.57
Solonetz	0.43
Planosol	0.20
Chernozem	0.17
Gleysol	0.02

Fuente: INEGI 2004b.

Se presentan como una delgada capa de suelo de color claro que cubre a la roca subyacente o como afloramientos columnares de riolitas formados por el enfriamiento de magmas viscosos ricos en sílice, que dan lugar a una topografía abrupta con frecuentes acantilados (Duque-Escobar 2013).

Los Regosoles son suelos poco desarrollados de textura variable y poco estructurados, muy parecidos a la roca madre; son suelos de dunas, playas o cenizas volcánicas, no presentan capas (horizontes) muy diferenciadas y son muy permeables. En la Sierra Madre Occidental son muy semejantes a los Litosoles pero con mayor espesor; pueden tener uno o varios horizontes, diferenciándose el superior por una ligera tonalidad más obscura como resultado de una pobre humificación de la materia orgánica. Se presentan en zonas más o menos conservadas y topografía relativamente suave; en geoformas inclinadas están en la ladera media y baja donde existe una mayor acumulación de suelo (Fadda 2013).

Otro suelo con presencia significativa dentro de la Sierra Madre Occidental es el Cambisol: se encuentra generalmente en la parte media y baja de las laderas, en topoformas con pendiente media (entre 20 y 40%, aproximadamente), muy asociado con otros tipos de suelo como Litosoles, Regosoles y Luvisoles. Los Cambisoles se caracterizan por ser suelos jóvenes, poco desarrollados (todavía conservan muchas características del material que les dio origen). A primera vista son semejantes a los Regosoles, pero en el subsuelo se empieza a evidenciar algunas características que denotan mayor desarrollo, como la formación de pequeñas estructuras, acumulaciones de arcilla, carbonatos de calcio, fierro o manganeso; es decir, están evolucionando hacia otros suelos más maduros.

En menor proporción, se manifiestan en unidades pequeñas y aisladas otros tipos de suelos. El Ranker, al igual que los Litosoles y Regosoles, se presenta en topoformas con pendiente fuerte; se caracteriza por ser

Cuadro 2. Tipos de suelo presentes por región

Suelo	Región		
	Sierra Madre Occidental	Valles	Árida y Semiárida
Litosol	•	•	•
Regosol	•	•	•
Feozem	•	•	
Xerosol			•
Cambisol	•	•	
Rendzina		•	
Yermosol			•
Castañozem		•	
Vertisol		•	
Solonchak			•
Luvisol		•	
Acrisol	•		
Ranker	•		
Fluvisol		•	
Solonetz			•
Planosol		•	
Chernozem		•	
Gleysol		•	

Fuente: INEGI 2000.

somero y tener un horizonte oscuro, bien estructurado, rico en materia orgánica pero ácido y pobre en bases intercambiables, removidas por el clima húmedo que prevalece en áreas más o menos bien conservadas que sostienen bosques densos de coníferas.

En condiciones similares pero con pendiente más suave se encuentra el Acrisol; este suelo está bien desarrollado con dos o más horizontes bien definidos, formados por efecto de procesos que paulatinamente han ido modificando los materiales heredados por la roca madre y ha adquirido propiedades particulares. Se identifica por presentar bajo contenido de bases intercambiables y una notable acumulación de arcilla en el subsuelo. Son poco fértiles y muy susceptibles a la erosión. En la zona se encuentra sobre las partes bajas con un menor grado de pendiente (entre 8 y 25%), muy asociado a Cambisoles crómicos.

En ambientes menos húmedos dentro de la Sierra Madre Occidental se desarrollan suelos denominados Feozem, los cuales se caracterizan por tener un horizonte superficial físicamente similar al del Ranker, es decir obscuro, grueso, suave, rico en materia orgánica y bien estructurado, pero con una saturación de bases notablemente más elevada que le dan una fertilidad considerable. Puede ser somero o más o menos profundo, con uno o más horizontes, dependiendo del lugar donde se encuentre.

Existen también en esta región pequeñas geoformas casi planas formadas por derrames basálticos sobre las que se desarrollan suelos arcillosos conocidos

como Vertisoles, que se identifican por contener cantidades elevadas de esmectitas, un tipo de arcilla que se forma por la meteorización de rocas ígneas básicas como el basalto (ricas en minerales ferromagnesianos) y que tienen la particularidad de expandirse o contraerse con la presencia o ausencia de humedad. En consecuencia, los Vertisoles presentan grietas en épocas secas, las cuales se cierran durante la temporada húmeda; por lo general en esta parte son rojizos debido a la oxidación del fierro que contiene.

La erosión hídrica es el principal factor de degradación en los suelos de la Sierra Madre Occidental, debido a prácticas forestales —como la explotación de los bosques— que exponen al suelo sin ninguna protección contra la lluvia (Cotler 2013). Actualmente se atiende este aspecto aunque el riesgo sigue estando presente.

SUELOS DE LA REGIÓN DE LOS VALLES

El paisaje en la región central del estado se compone principalmente por extensos lomeríos de conglomerado, estrechos valles formados por las principales corrientes que bajan de la Sierra Madre Occidental y por sierras pequeñas y aisladas de origen ígneo que destacan de las tierras aledañas por su prominencia y topografía más abrupta. Prosperan diversos tipos de vegetación, desde bosques en las partes más elevadas, matorrales en las más bajas y secas, y pastizal natural en la mayor parte de la región.

En este ambiente menos húmedo y menos fresco es normal que la evaporación sea mayor que la precipitación, propiciando una destacada concentración de bases intercambiables en el perfil de los suelos presentes; por otro lado la vegetación de pastizal proporciona cantidades elevadas de materia orgánica a los suelos (Corbella y Fernández de Ulivarri, s/f). Estos factores permiten que se formen suelos obscuros y fértiles principalmente en lomeríos de pendiente suave. En esta parte el Feozem se encuentra ampliamente distribuido en lugares que mantienen una mayor tasa de humedad, mientras que en zonas con más déficit se presentan Castañozems y Chernozems, ambos más o menos profundos y con características muy similares al Feozem ya referido, pero con una visible presencia de carbonatos de calcio secundario en forma de concreciones que se aprecian principalmente en el subsuelo. La diferencia entre ellos radica en su color: como su nombre lo indica, el Castañozem es de color castaño o café, mientras que el Chernozem es negro o café muy obscuro.

En algunos lomeríos y planicies poco más cálidos, se presenta de manera importante el suelo denominado Rendzina, que se caracteriza por tener un único horizonte menor a los 50 cm de espesor, similar a los horizontes superficiales de los Chernozems y Castañozems (obscuro, suave y rico en materia orgánica), pero se encuentra limitado por una capa cementada de carbonatos de calcio, conocida como horizonte petrocálcico.

En las sierras existentes dentro de la región de los Valles, los suelos dominantes son Litosoles, Regosoles y Cambisoles con características y patrón de distribución similar que en la Sierra Madre Occidental. Al ser formaciones con mayor temperatura y menos humedad, están normalmente basificados, es decir, que contienen cantidades importantes de cationes intercambiables.

Sobre geoformas relativamente planas, que periódicamente están anegadas, existe el Planosol. Se distingue por un horizonte superficial que muestra signos de estancamiento periódico de agua, y sobreyace abruptamente a un subsuelo denso y lentamente permeable significativamente con más arcilla que el horizonte superficial. Esta situación provoca la aparición de una capa intermedia decolorada producto de un lavado lateral que remueve las partículas finas y que modifica su textura en la que predomina la arena; en consecuencia, el color también se altera hacia tonalidades claras por la abundancia de cristales de sílice.

En depósitos aluviales o zonas influenciadas por sedimentos provenientes de basaltos se forman suelos arcillosos como los Vertisoles, ya descritos, y Luvisoles; estos últimos son muy semejantes físicamente a los Acrisoles, es decir, profundos con una marcada diferencia textural entre la superficie y el subsuelo, ya que la arcilla se acumula en los horizontes inferiores, pero difieren en su mayor contenido de bases intercambiables, que los hace menos ácidos. En los valles situados en las partes bajas —donde las corrientes provenientes de la Sierra Madre Occidental que escurren por vertiente oriental pierden fuerza— se han depositado sedimentos a través del tiempo en donde se encuentran suelos denominados Fluvisoles, que son suelos jóvenes identificados por estar conformados por estratos de sedimentos que se alternan en el perfil. La granulometría es más gruesa (arenosa) cerca del cauce de los escurrimientos, y más fina (arcillosa) en las terrazas más alejadas. La degradación de los suelos en esta parte del estado se debe principalmente al sobrepastoreo, el cual compacta y destruye la capa superficial, reduciendo el espacio poroso y su permeabilidad, acelerando la erosión (IRD 2007).

SUELOS DE LA REGIÓN ÁRIDA Y SEMIÁRIDA

La parte oriental del estado conocida como Árida y Semiárida es la región más seca y cálida dentro del territorio estatal. Se configura por extensas llanuras y planicies aluviales, que a veces se ven interrumpidas por abruptas sierras de origen sedimentario conformadas por calizas, principalmente. Predominan los climas cálidos secos y muy secos en los que se desarrollan diversos matorrales: micrófilo en suelos profundos de llanuras y planicies, y rosetófilo en sierras y lomeríos. En las primeras predominan los Xerosoles y Yermosoles, morfológicamente muy similares entre sí; son suelos claros, profundos y pobres en materia orgánica, con concentraciones muy elevadas de bases intercambiables, principalmente de calcio, el cual es frecuente que forme concreciones de carbonatos de calcio secundario. La diferencia entre ellos está en el contenido de materia orgánica, siendo los Yermosoles los más pobres y con un poco más los Xerosoles. Cabe destacar que en estos suelos se desarrolla la importante zona agrícola de la Comarca Lagunera, una de las principales causas de la degradación del suelo en la región, la cual se manifiesta a través del incremento de sales en el suelo, provenientes del uso de agua de baja calidad y a la adición de agroquímicos (SEMARNAT 2003), aunado a la intensa labranza a que están sometidas las tierras en esta región, lo que afecta principalmente la porosidad del suelo, con las consecuencias que ello conlleva.

En las sierras de origen sedimentario el Litosol es el suelo con mayor presencia; abundan los afloramientos de roca debido a que el clima no permite una tasa elevada de formación de suelo, así como a las lluvias escasas pero torrenciales y a la escasa vegetación presente; los pocos sedimentos que se forman son removidos hacia las partes bajas, dejando al descubierto la roca en las laderas alta y media de las sierras. En las partes bajas de éstas existe una acumulación importante de materiales, principalmente de origen coluvial que no presentan desarrollo alguno, por lo que han sido clasificados como Regosoles.

En terrenos deprimidos que favorecen la acumulación de diversas sales se forman los suelos denominados Solonchaks y Solonetz; la acumulación excesiva de estas sustancias impide o limita fuertemente el desarrollo de la mayoría de las plantas (Ortega-Torres 1981). El Solonchak se caracteriza por presentar cantidades elevadas de sales solubles (calcio, potasio, sodio, magnesio, cloruros, sulfatos, carbonatos, etc.), generalmente tienen un pH menor de 8.5 y se encuentran bien estructurados, lo que les permite un intercambio gaseoso y drenaje eficientes, facilitando su recuperación (Fassbender y Bornemisza 1987). El Solonetz, en cambio, tiene una concentración excesiva de sodio: este catión tiende a disgregar la estructura del suelo, impidiendo la libre circulación del aire y el agua dentro del perfil, haciéndolo impermeable y más difícil de recuperar; además, provoca una elevación notable del pH, el cual se ubica en valores entre 8.5 a 10, limitando la disponibilidad de algunos nutrientes. El subsuelo de los Solonetz está enriquecido con arcilla y tiene una estructura columnar o prismática.

REFERENCIAS

Buol, S.W, F.D. Holey y R.J. McCracken. 1981. *Génesis y clasificación de suelos*. Primera edición en español. Editorial Trillas, México.

Corbella, R. y J. Fernández de Ulivarri. s/f. Materia orgánica del suelo. En:<*http://www.edafologia.com.ar/Descargas/Cartillas/Materia%20Organica%20del%20Suelo.pdf*>, última consulta: 4 de mayo de 2016.

Cotler, H. 2013. Características y manejo de suelos en ecosistemas templados de montaña. En: <*http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/395/cotler.html*>, última consulta: 13 de julio de 2013.

Duque–Escobar, G. 2013. Manual de geología para ingenieros. En: <*http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/281/rocasigneas.pdf*>, última consulta: 4 de mayo de 2016.

Fadda, G.S. 2013. El suelo y el ambiente. En: <*http://www.edafologia.com.ar/Descargas/Cartillas/Genesis%205%20-%20El%20suelo%20y%20el%20ambiente%20X.pdf*>, última consulta: 4 de mayo de 2016.

Fassbender, W.H. y E. Bornemisza. 1987. *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. Segunda edición. IICA, San José de Costa Rica.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1998. Diccionario de datos edafológicos escala 1:250000 (Vectorial). INEGI, Aguascalientes.

—. 2000. Información vectorial de suelos Serie I. Esc. 1:250 000. INEGI, Aguascalientes.

—. 2004a. *Guía para la interpretación de cartografía de edafología*. Primera edición. INEGI, Aguascalientes.

—. 2004b. Cartografía digital de suelos escala 1:250 000. INEGI, Aguascalientes.

IRD. Institut de Recherce pour le Développement. 2007. El sobrepastoreo acelera la erosión de los suelos en el norte de México. En: <*http://es.ird.fr/la-mediateca/fichas-cientificas/el-sobrepastoreo-acelera-la-erosion-de-los-suelos-en-el-norte-de-mexico*>, última consulta: 20 de julio de 2013.

Ortega-Torres, E. 1981. *Química de suelos*. Departamento de Suelos-Universidad Autónoma Chapingo, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Suelos. Informe de la situación del medio ambiente en México 2002. En:<*http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/411/cap3.pdf*>, última consulta: 2 de abril de 2016.

Hidrología superficial

Marco Antonio Márquez Linares

INTRODUCCIÓN

La hidrología superficial describe los destinos del agua una vez que se precipita en el territorio. El agua que escurre dentro de una región y que tiene una salida común es denominada cuenca y dependiendo de la escala espacial a la cual se observen, se forman desde microcuencas hasta grandes regiones hidrológicas. En el presente capítulo se describen las regiones hidrológicas y cuencas de las cuales forma parte Durango, de acuerdo con la clasificación que de ellas hace la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA 2006); en una segunda parte, se describe el origen y destino de las corrientes principales que surcan el territorio estatal.

REGIONES HIDROLÓGICAS

La Comisión Nacional del Agua ha dividido al país en 13 regiones hidrológicas administrativas (RHA), que corresponden a las grandes vertientes existentes en México (figura 1, CONAGUA 2006). Durango forma parte de tres regiones: la región Pacífico Norte (III), que ocupa 46.2% del territorio estatal; la región Cuencas Centrales del Norte (VII), que representa 49.1% de la entidad, y la región Río Bravo (VI), que ocupa 4.7% (figura 1, cuadro 1).

A su vez, cada RHA se encuentra dividida en regiones hidrológicas; de este modo, la vertiente Pacífico Norte tiene tres regiones: Sinaloa (RH10), Presidio-San Pedro (RH11) y Lerma Santiago (RH12). La vertiente Cuencas Centrales del Norte tiene dos regiones: Nazas-Aguanaval (RH36) y Mapimí (RH35). Finalmente, la vertiente administrativa Río Bravo tiene dos regiones: Bravo-Conchos (RH24) y El Salado (RH37). El cuadro 1 presenta la división de cada región en cuencas hidrológicas con los respectivos nombres de los ríos que las componen, así como el porcentaje de la superficie estatal que ocupan.

CORRIENTES PRINCIPALES

Durango está drenado por una multitud de corrientes de agua de muy diversos órdenes. El origen de la mayoría de estos afluentes se encuentra en las partes altas de la Sierra Madre Occidental (SMOCC) a partir de las cuales, como se mencionó anteriormente, tienen tres destinos principales: el océano Pacifico, el interior de la Mesa del Norte y el golfo de México. El parteaguas que divide el destino de los ríos sigue una dirección noroeste-sureste en las partes más altas de la SMOCC (figura 2, INEGI 2001).

En la vertiente del Pacífico Norte los ríos principales drenan sus aguas al mar por lo que forman cuencas exorreicas; ordenandos de norte a sur, son nueve:

1. Río Fuerte

Se forma en lo alto de la Sierra Tarahumara, por la confluencia de los ríos Verde y Hurique; únicamente una pequeña porción del río Verde y uno de sus afluentes, el río Mohinora, corresponde al estado. El río Fuerte desemboca al norte de la ciudad de Los Mochis, Sinaloa. El porcentaje de superficie que abarca la cuenca de este río en la entidad es de 0.29%.

2. Río Culiacán-Humaya

Formado por la confluencia de los ríos Colorado y Las Vueltas, los cuales confluyen en la presa Adolfo López Mateos en Sinaloa; después de la presa atraviesa la ciudad de Culiacán, Sinaloa, a partir de la cual se denomina río Culiacán; desemboca en el mar alrededor de los 24° 30' N y 107° 43' O. El porcentaje de superficie que abarca la cuenca de este río en Durango es de 7.59%.

3. Río San Lorenzo

Se forma por la confluencia de los ríos San Juan de Camarones, San Gregorio y Los Remedios; los tres se unen en la presa José López Portillo, a partir de la cual se forma el río San Lorenzo, que desemboca 40 km al sur de Culiacán a los 24° 15' N y 107° 20' O. El porcentaje de superficie que abarca la cuenca de este río en la entidad es de 6.27%.

Márquez-Linares, M.A. 2017. Hidrología superficial. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*. CONABIO, México, pp. 53-58.

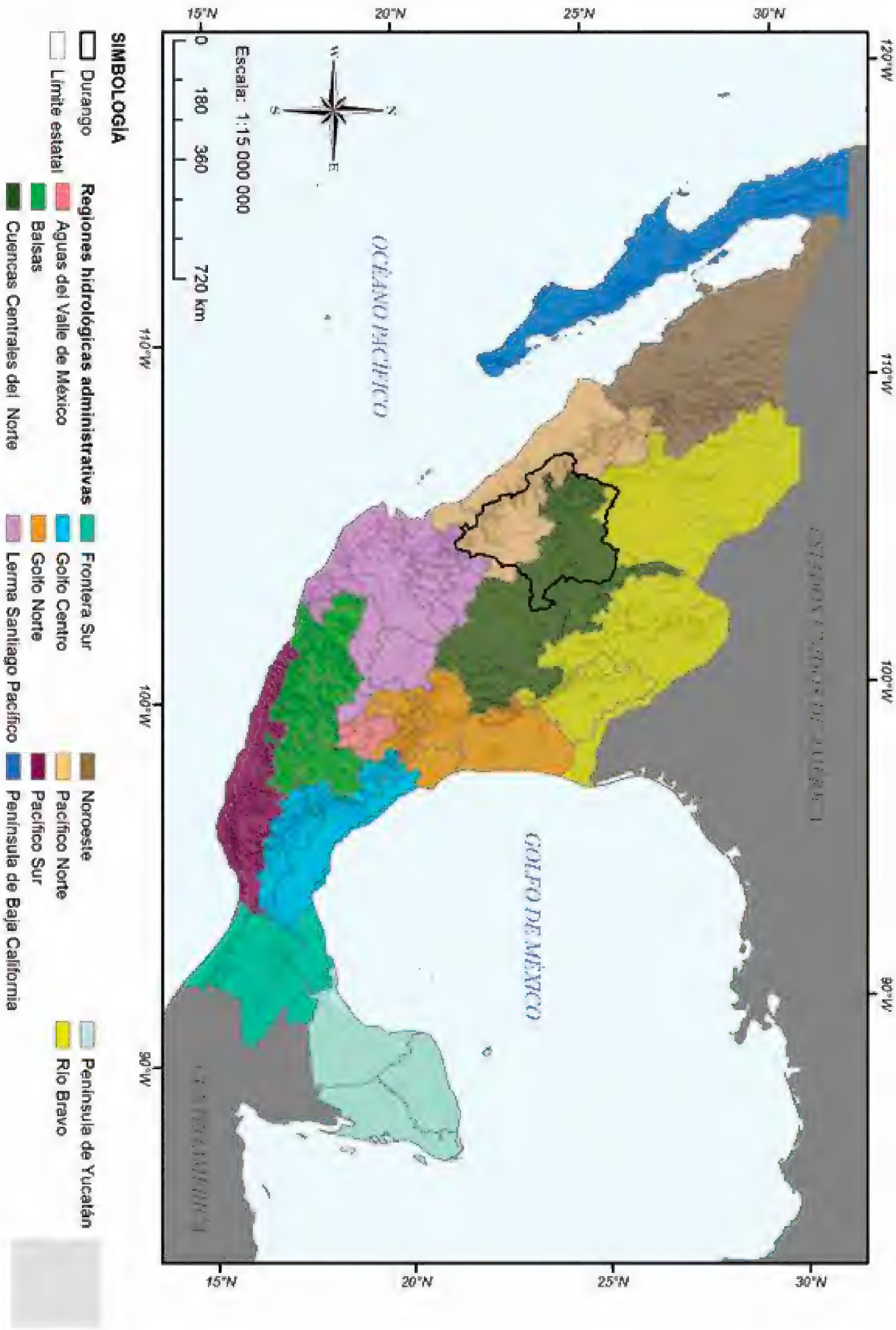


Figura 1. Regiones hidrológicas de México.

Cuadro 1. Regiones hidrológicas, cuencas y superficie relativa que ocupan en el estado

RHA	Vertiente	Región hidrológica	Cuenca	Superficie estatal (%)
Pacífico Norte (III)	Pacífico	Sinaloa (RH10)	1. Río Fuerte	0.29
			2. Río Culiacán-Humaya	7.59
			3. Río San Lorenzo	6.27
			4. Río Piaxtla-R. Elota-R. Quelite	3.13
		Presidio-San Pedro (RH11)	5. Río Presidio	2.72
			6. Río Baluarte	1.82
			7. Río Acaponeta	2.91
			8. Río San Pedro-Mezquital	18.26
		Lerma Santiago (RH12)	9. Río Huaynamota	3.21
		Subtotal		**46.20**
Cuencas Centrales del Norte (VII)	Centro	Nazas-Aguanaval (RH36)	1. Presa Lázaro Cárdenas	14.86
			2. Río Nazas-Rodeo	9.60
			3. Río Nazas-Torreón	12.05
			4. Río Aguanaval	5.31
			5. Laguna de Mayrán y Viesca	0.20
		Mapimí (RH35)	6. Laguna del Rey	0.21
			7. Arroyo La India-Laguna Palomas	6.91
		Subtotal		**49.10**
Río Bravo (VI)	Golfo	Bravo-Conchos (RH24)	1. Río Florido	2.65
			2. Río Conchos-P. de la Colina	1.16
		El Salado (RH37)	3. Camacho-Gruñidora	0.85
		Subtotal		**4.70**

Fuente: INEGI 2008.

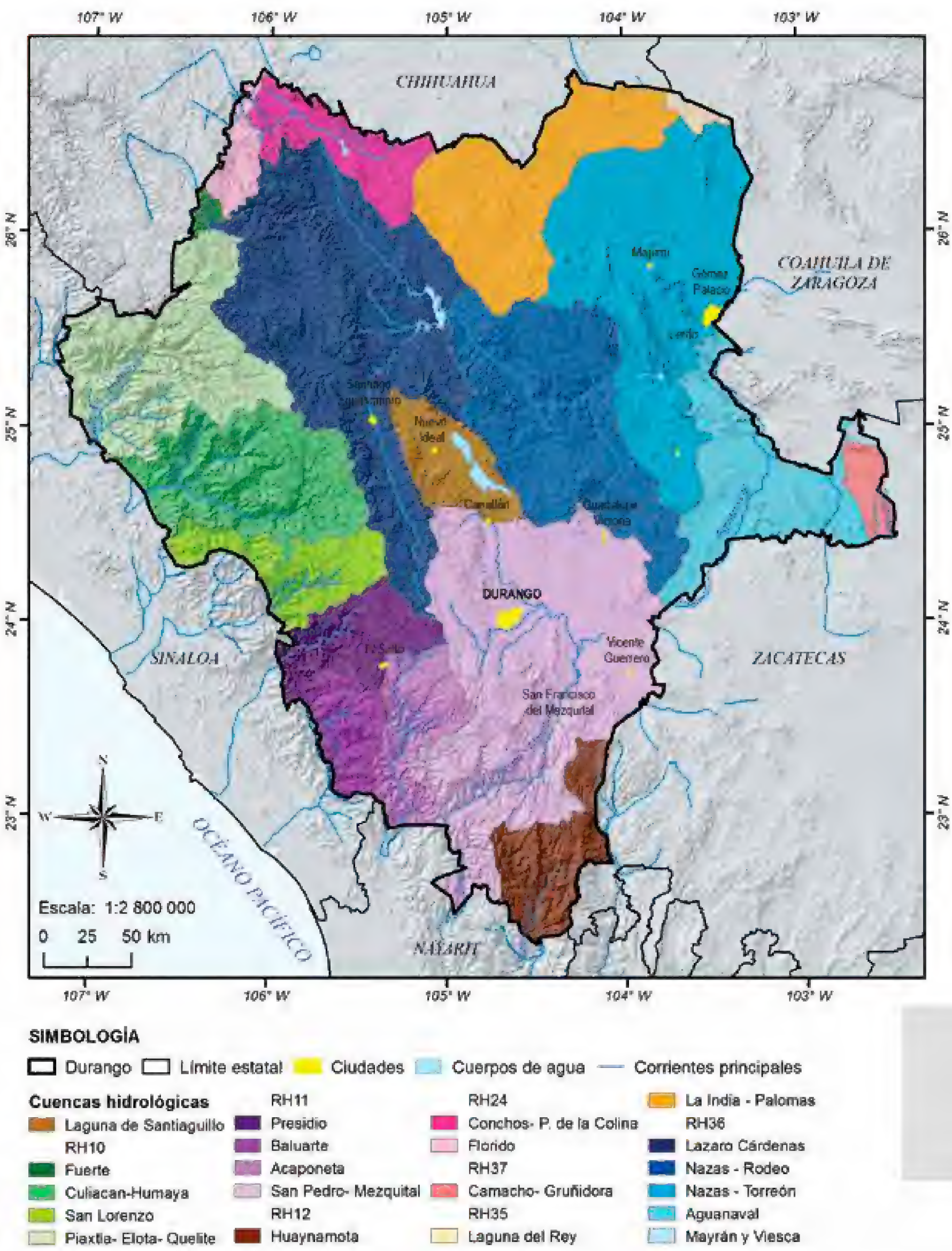


Figura 2. Cuencas hidrológicas.

4. Río Piaxtla

Desciende por grandes cañones atravesando el poblado de Tayoltita, se forma por la confluencia de los ríos Las Paridas, Miravalles y Piedra Parada, y desemboca en el Pacífico a los 23° 45' N y los 106° 50' O. El porcentaje de superficie que abarca la cuenca de este río en la entidad es de 3.13%.

5. Río Presidio

Se origina al norte de El Salto, Pueblo Nuevo, por la unión de los ríos El Jaral y Los Altares; a lo largo de su curso se van uniendo múltiples corrientes que lo alimentan; desemboca al sur de Mazatlán, Sinaloa, a los 23° 05' N y 106° 18' O. El porcentaje de superficie que abarca la cuenca de este río en la entidad es de 2.72%.

6. Río Baluarte

Nace aproximadamente a 10 km al suroeste de El Salto, Durango, por la convergencia de los ríos Santa Bárbara y Arroyo Verde; sigue un curso rumbo al sur hasta El Rosario, Sinaloa, y desemboca 20 km al oeste de Escuinapa, Nayarit, aproximadamente a los 22° 50' N y 106° 02' O. El porcentaje de superficie que abarca la cuenca de este río en la entidad es de 1.82%.

7. Río Acaponeta

Inicia al este de la ciudad de Pueblo Nuevo, Durango, donde se le conoce como río La Escondida; sigue su curso con rumbo sur, después cambia de nombre a río San Diego, hasta cambiar a río Acaponeta (figura 3). Desemboca en las Marismas Nacionales al sur de Acaponeta, Nayarit, a los 22° 15´ N y 105° 30´ O. El porcentaje de superficie que abarca la cuenca de este río en la entidad es de 2.91%.

8. Río San Pedro-Mezquital

Está formado en una cuenca de gran importancia para la entidad y para Nayarit; se forma en los alrededores del Valle del Guadiana con la confluencia de los ríos Tunal, La Sauceda y Santiago Bayacora, los cuales se unen para formar el río Durango; luego se une con otras corrientes como el río Graseros para formar el río Mezquital, el cual atraviesa la Sierra Madre Occidental en un cañón profundo. En la parte alta de la cuenca existen tres presas de importancia agropecuaria regional: Guadalupe Victoria, Peña del Águila y Santiago Bayacora. Es importante mencionar que el río Mezquital y su cuenca representan un corredor biológico de gran importancia para la flora y la fauna, ya que une las ecorregiones costeras con las del Altiplano (González-Elizondo *et al.* 2007). Desemboca en Marismas Nacionales en la Laguna Grande de Mezcaltitlan, Nayarit, alrededor de los 21° 50' N y 105° 30' O. El porcentaje de superficie que abarca la cuenca de este río en la entidad es de 18.26%.

9. Río Huaynamota

Uno de sus afluentes nace en el sureste del estado de Durango en el municipio de Súchil, donde se le conoce como río Chalchihuites; después se une a otras corrientes de Zacatecas y Jalisco para verter sus aguas en el río Lerma-Santiago, que a su vez desemboca en la laguna de Chapala, Jalisco. El porcentaje de superficie que abarca la cuenca de este río en la entidad es de 3.21%.

Otras corrientes

La vertiente del centro, denominada Nazas-Aguanaval (RH36), es una cuenca endorreica (sin salida al mar) y tiene su origen al oriente de la Sierra Madre Occidental con tres afluentes que se unen en la presa Lázaro Cárdenas (El Palmito); estos afluentes son: el río Sixtin que viene del norte, el río Tepehuanes que viene del oeste y el río Santiago que viene del sur, todos ellos en el corazón de la entidad. En conjunto, el porcentaje de superficie que abarca la cuenca de estos tres ríos es de 14.86%.

A partir de la presa El Palmito se forma el río Nazas, que atraviesa una región semiárida que desemboca en la presa Francisco Zarco (Nazas-Rodeo); en este tramo de aproximadamente 120 km se le unen otras corrientes como el río Peñón Blanco. Posterior a la presa Francisco Zarco, el río Nazas poco a poco desaparece cuando sus aguas son utilizadas para la agricultura de la región lagunera (Nazas-Torreón); sólo en escasas ocasiones, en años muy lluviosos, el agua llega a su destino natural en las lagunas del Mayrán, en el estado de Coahuila. El porcentaje de superficie que abarca la cuenca de este tramo del río Nazas en la entidad es de 21.65%.

Otras corrientes intermitentes que desembocan en la laguna de Mayrán que viene del extremo noreste de la entidad es el río Aguanaval, localizado en el extremo oriente de la entidad, que drena sus aguas hacia Zacatecas y cuya cuenca abarca una superficie de 5.31% del territorio estatal, y el río La Gruñidora.

El sistema fluvial del río Nazas es de gran importancia para las actividades agropecuarias, así como para el desarrollo industrial y urbano de la entidad, ya que en esta gran cuenca se concentra prácticamente la mitad

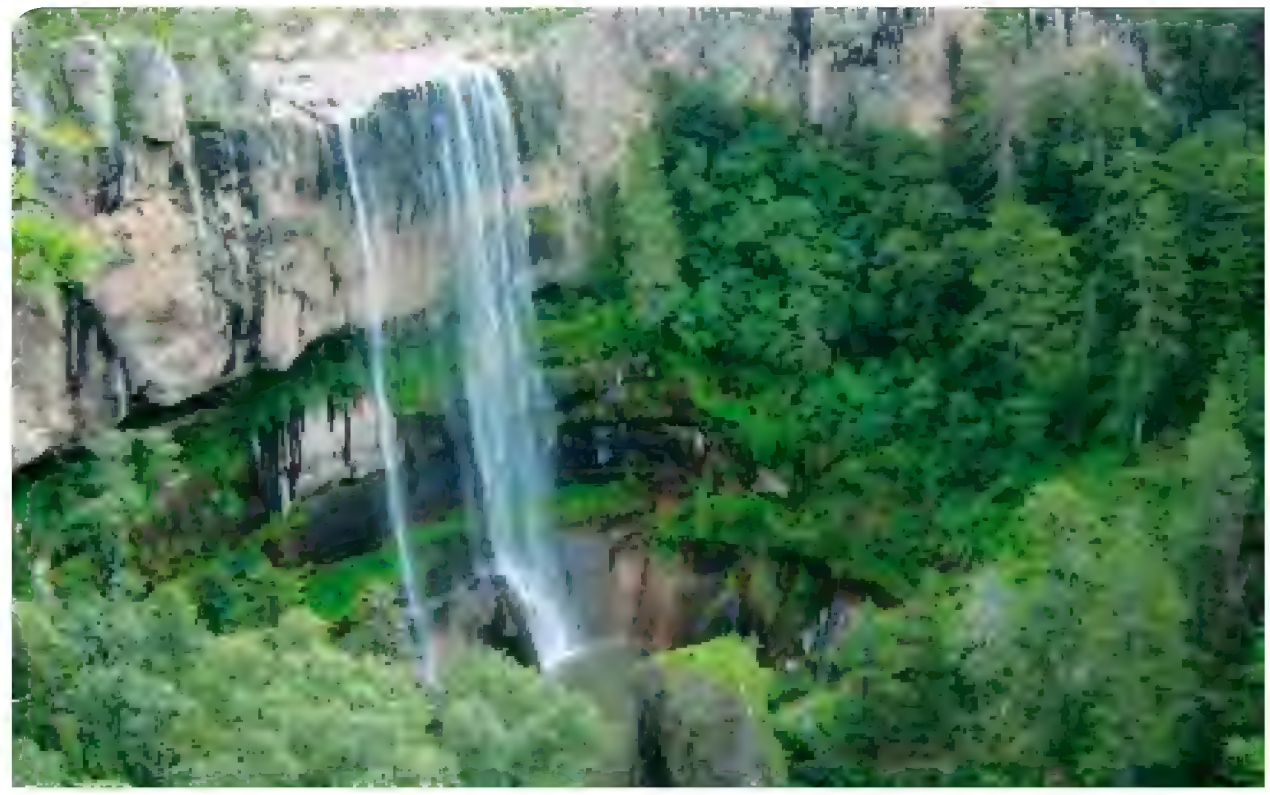


Figura 3. La localidad Salto del Agua Llovida es afluente del río Acaponeta y se encuentra en el municipio de Durango.
Foto: *Marco Antonio Márquez Linares.*

de sus habitantes y alberga a dos de las ciudades de mayor tamaño: Gómez Palacio y Lerdo; además de ser de gran importancia para la ciudad de Torreón, en el vecino estado de Coahuila. Asimismo, el río Nazas es también importante para la biodiversidad de aves, peces y mamíferos por la disponibilidad de agua en temporadas secas, sobre todo en el tramo comprendido entre las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco.

En la vertiente interior existe una pequeña cuenca endorreica (sin salida al mar) que vierte sus aguas en la laguna de Santiaguillo; esta cuenca tiene una superficie de 2 499 km^2 y es alimentada por varias corrientes intermitentes que tienen su origen en la sierra del Epazote y en la sierra del Promontorio. La laguna de Santiaguillo tiene importancia como un refugio invernal para miles de aves migratorias como el ganso nevado (*Chen caerulescens*) y diversas especies de patos, garzas, grullas y pelícanos.

Al norte de la entidad existen corrientes que drenan sus aguas hacia el estado de Chihuahua, todas afluentes del río Bravo que a su vez desemboca en el golfo de México: el río Florido, el río Conchos y el río Camacho. El primero se origina en la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental con tres corrientes: el río Barajas, El Corral y La Ciénega, cuya cuenca abarca 2.65% de la superficie estatal y es afluente de la presa San Gabriel en el municipio de Villa Ocampo. El río Conchos se origina en la parte semidesértica de la entidad y su cuenca ocupa 1.16% de la superficie estatal. En el extremo nororiental de la entidad, en el semidesierto, se encuentra el río Camacho, también intermitente, que abarca 0.85% de la superficie estatal (cuadro 1).

EMBALSES

La entidad cuenta con siete presas de importancia para la agricultura y el control de avenidas; por orden de tamaño son: presa Lázaro Cárdenas (El Palmito), con un volumen máximo de almacenamiento (VMA) de 3 336 Mm^3; Francisco Zarco, con 3 200 Mm^3; San Gabriel, con 2 100 Mm^3; Peña del Águila, con 740 Mm^3; Santiago Bayacora, con 640 Mm^3; Guadalupe Victoria, con 460 Mm^3; y Caboraca también con 460 Mm^3; lo cual da un volumen total de almacenamiento de 23 600 Mm^3 (Gobierno del Estado 2011). Muchas de estas presas y algunas más pequeñas, como San Bartolo, son importantes como refugio de aves migratorias.

REFERENCIAS

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2006. *Estadísticas del agua en México.* 4ª ed. CONAGUA, México.

Gobierno del Estado. 2011. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango. Publicado el 21 de julio de 2011 en el Periódico Oficial del Estado. Texto vigente. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/ordenamiento_durango.pdf*>, última consulta: 4 de mayo 2015.

González-Elizondo M.S., M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés, México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. Diccionario de datos de Hidrología Superficial (Vectorial Esc 1:250 000 y 1:1 000 000. INEGI, Aguascalientes.

—. 2008. Anuario estadístico de Durango. INEGI/Gobierno del Estado de Durango, Aguascalientes.

Ecorregiones

María del Socorro González Elizondo • Martha González Elizondo • Marco Antonio Márquez Linares

INTRODUCCIÓN

Las ecorregiones son unidades de paisaje con cierta homogeneidad fisonómica debido a sus características físicas y biológicas, que resultan de la interacción de diversos factores como el clima y su posición geográfica relativa a las barreras geográficas; pueden estar bien delimitadas o tener zonas de transición difusa (González-Elizondo *et al.* 2007).

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad reconoce cuatro ecorregiones en Durango: Altiplano Norte (Chihuahuense), Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino), Sierra Madre Occidental y Costa del Pacífico (figura 1, CONABIO 1999). Éstas también fueron reconocidas desde 1927 por P. Rouaix (1929) como región Árida y Semiárida, región de los Valles, región de la Sierra y región de las Quebradas; esta última nomenclatura es la que se utiliza en la presente contribución.

La interacción entre las características fisiográficas y climáticas, aunada a la ubicación de Durango en el límite biogeográfico Holártico y Neotropical y a una larga historia de migración de flora y fauna, han determinado la presencia de diferentes ecosistemas dentro de cada ecorregión; esto permite que casi todos los tipos de vegetación de México estén representados en la entidad: matorrales xerófilos y vegetación halófita en la región Árida y Semiárida; pastizales y mezquitales en la región de los Valles; bosques templados de pino-encino y pequeños enclaves de bosque mesófilo en la región de la Sierra; y bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios en las Quebradas al oeste de la entidad (González-Elizondo *et al.* 2007).

Como ya se ha mencionado, en Durango las exposiciones al poniente favorecen a la vegetación por el efecto de la sombra orográfica de la Sierra Madre, por lo que buena parte de la humedad proveniente del Pacífico se precipita sobre la vertiente occidental la región de las Quebradas (véase Clima, en esta obra). Adicionalmente al efecto de la sombra orográfica, la exposición sur de las laderas tiene una notoria influencia sobre la vegetación debido a la dirección de los rayos solares; dicha exposición provoca que la vegetación sea más seca debido a que en esta latitud está expuesta a mayor tiempo de iluminación y calentamiento que aquellas zonas expuestas al norte, las cuales presentan mayor cubierta vegetal (González-Medrano 2003). A continuación se describe brevemente cada ecorregión.

REGIÓN ÁRIDA Y SEMIÁRIDA

Está formada por las llanuras y serranías del Bolsón de Mapimí y otras partes bajas al norte y oriente del estado que forman parte del Desierto Chihuahuense. Las elevaciones van desde los 1076 a los 2200 msnm. Los afloramientos de roca son de tipo sedimentario, principalmente calizas, aunque también hay algunas elevaciones de tipo volcánico. En fondos de valles y a lo largo de los cauces de arroyos hay depósitos aluviales y residuales. Los climas predominantes son, por orden de importancia: muy seco y semicálido (BWh), seco semicálido (BSh) y muy seco muy cálido (BWh'), todos muy extremosos; los vientos dominantes son los alisios, del noroeste.

La vegetación se compone principalmente de matorrales xerófilos (con adaptaciones a la escasa humedad) y algo de comunidades halófilas y gipsófilas (con adaptaciones a suelos salinos o yesosos). En la vegetación natural es notoria la ausencia de un estrato arbóreo a excepción de las zonas riparias.

La topografía y los suelos son aptos para la agricultura, pero ésta se ve limitada por la falta de agua (véase Edafología, en esta obra). La región alberga, sin embargo, importantes zonas agrícolas, incluyendo la de la Comarca Lagunera, gracias a los ríos Nazas y Aguanaval, procedentes de la Sierra Madre Occidental en Durango y Zacatecas (González-Elizondo *et al.* 2007), por lo que grandes áreas de vegetación xerófila han desaparecido.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2017. Ecorregiones. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*. CONABIO, México, pp. 59-62.

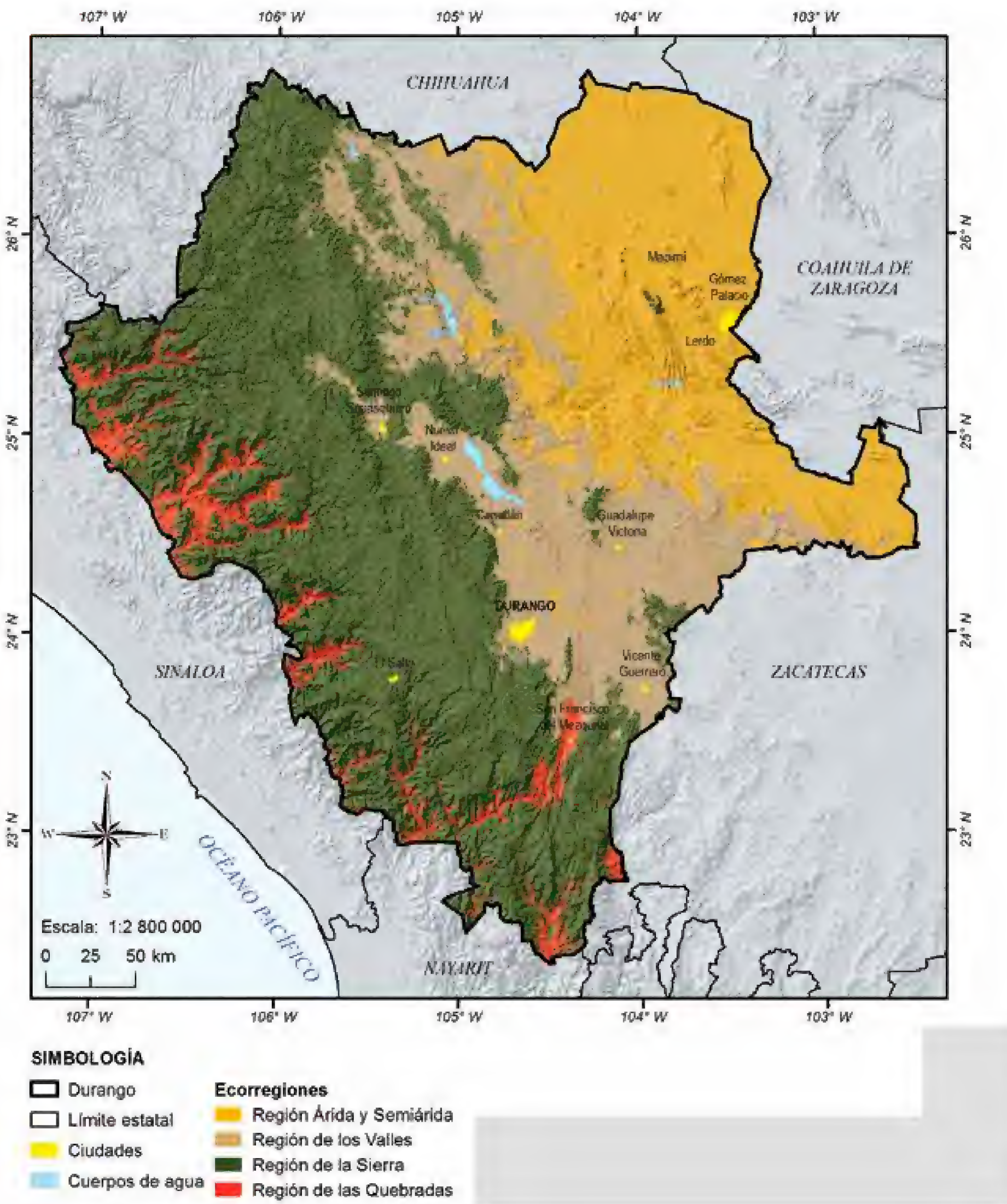


Figura 1. Ecorregiones.

REGIÓN DE LOS VALLES

Es una amplia franja intermedia ubicada entre la Sierra Madre Occidental y la zona árida, con dirección NNO-SSE. Comprende grandes llanuras, incluyendo al Valle del Guadiana, donde se ubica la capital del estado, así como mesas y pequeñas serranías; al sureste incluye la región de los Llanos, la cual forma parte del Altiplano mexicano. Algunas elevaciones aisladas dentro de la zona Árida y Semiárida presentan también características correspondientes a la región de los Valles.

Con una altura media de 1 900 msnm, las elevaciones mayores dentro del área representan islas de la región de la Sierra. El sustrato es principalmente de origen ígneo, con muy escasos afloramientos de sedimentos marinos (caliza) en Nombre de Dios y Poanas. Las partes bajas están cubiertas por depósitos aluviales, coluviales o residuales.

El clima es semiseco templado (BS_1k) en la mayor parte del área, con una pequeña zona de clima seco templado (BSk) cerca de Rodeo, y muy escasamente representado también el semiseco semicálido (BS_1h) (González-Elizondo *et al.* 2007).

La vegetación es de pastizales hacia la parte norte de la región, y de matorrales altos con cubierta herbácea usualmente densa, hacia el centro y el sur. Gracias a su clima benigno, a sus suelos profundos y fértiles, y a las corrientes de agua que llegan o pasan por la zona, la región de los Valles alberga importantes distritos agrícolas. Es aquí donde se concentra también la mayor densidad de población del estado (González-Elizondo *et al.* 2007).

REGIÓN DE LA SIERRA

Incluye el macizo de la Sierra Madre Occidental y sus ramales y contrafuertes, así como las serranías aisladas al oriente. Se divide en dos subregiones:

Subregión Piedemonte y Sierras al Oriente

Está constituida por el piedemonte oriental de la Sierra Madre Occidental, así como por serranías aisladas al oriente de dicha sierra, por lo que no forma una zona continua sino "islotes" dentro de la región de los Valles y de la zona Árida; también algunas zonas bajas de la sierra forman parte de esta subregión. Sus elevaciones van de los 1 900 a los 2 400 msnm (hasta 2 800 en la sierra del Rosario). Los afloramientos son de origen ígneo y las zonas bajas y de piedemonte están cubiertas por depósitos aluviales y coluviales (González-Elizondo *et al.* 2007). Presenta clima semiseco templado (BS_1k), así como la variante más seca del templado subhúmedo (C(w)), con precipitaciones anuales que no superan los 800 mm. La vegetación está representada por chaparrales y por bosques bajos abiertos. Su topografía y suelos no son aptos para la agricultura. Difiere de la subregión de la Sierra Madre Occidental por presentar un clima más seco y carecer de bosques altos y densos (González-Elizondo *et al.* 2007).

Subregión Macizo de la Sierra

Comprende el macizo montañoso de la Sierra Madre Occidental desde los 2 400 msnm hacia arriba en el declive oriental y desde los 2 000 msnm en el occidental. Presenta elevaciones hasta 3 340 msnm. En su mayor parte, la roca de origen ígneo y los valles intermontanos presentan depósitos aluviales o coluviales (González-Elizondo *et al.* 2007). Sus principales climas, en orden de importancia por la superficie cubierta, son templados subhúmedo (C(w)) de baja humedad en la vertiente oriental de la sierra, y de humedad media y alta en la vertiente occidental; semifrío subhúmedo (C(E)(w)) en partes elevadas, y una pequeña zona de clima semifrío húmedo (C(E)(m)) (González-Elizondo *et al.* 2007).

Son característicos de esta región los bosques de pino y/o encino, así como bosques de *Abies* o de *Pseudotsuga* (abetos). Se presentan también chaparrales, tanto primario como de origen secundario y pequeñas áreas de bosque mesófilo de montaña. La topografía y los suelos someros de la sierra no favorecen actividades agrícolas ni pecuarias. Los bosques de pino-encino de la Sierra Madre Occidental están entre las regiones de mayor prioridad en México debido a su biodiversidad y estado de conservación (CONABIO 2008). La gran mayoría de los bosques de esta región han sido explotados desde la época colonial para la producción de madera; sin embargo, en las últimas décadas la intensidad de los aprovechamientos ha sido muy importante, por lo que es uno de los pilares del sector primario en la economía de la entidad.

REGIÓN DE LAS QUEBRADAS

Localizada en la parte baja del declive occidental de la Sierra Madre Occidental, sus elevaciones van desde el límite inferior de Durango (130 msnm) hasta los 200 msnm. La región es sumamente escarpada, con pendientes pronunciadas y con impresionantes barrancas o quebradas por donde corren los ríos que desembocan en las costas de Sinaloa y Nayarit (González-Elizondo

et al. 2007). El sustrato es de origen ígneo y solamente las partes bajas están cubiertas por depósitos aluviales y coluviales. Los climas que las caracterizan, libres de heladas y con una larga estación seca, son templado subhúmedo (C(w)) y cálido subhúmedo (A(w)), y solamente una pequeña porción en el límite con Nayarit, a más de 1800 msnm de elevación, presenta clima templado húmedo (C(m)(w)) (González-Elizondo *et al.* 2007).

La vegetación está conformada por elementos de afinidad tropical, principalmente bosques tropicales bajos en comunidades secundarias derivadas de éstos (matorrales subtropicales), así como por pequeños manchones de bosque espinoso en las partes más bajas y planas (González-Elizondo *et al.* 2007). Debido a sus pendientes pronunciadas, esta región no es apta para actividades agrícolas o pecuarias, a excepción de las partes planas y con suelo más profundo.

REFERENCIAS

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1999. Ecorregiones de México. Mapa digital escala 1:1000000. CONABIO, México.

—. 2008. Regiones terrestres prioritarias de México. En: <*http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html*>, última consulta: octubre 2013.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés, México.

González-Medrano, F. 2003. *Las comunidades vegetales de México.* INE/SEMARNAT, México.

Rouaix, P. 1929. *Geografía del estado de Durango.* Secretaría de Agricultura y Fomento, Dirección de Estadística, Geografía y Clima. Publ. No. 21, Tacubaya.

Contexto socioeconómico

Resumen ejecutivo

José Antonio Esparza Rocha

En la presente sección se caracterizan y analizan las condiciones sociales y económicas que prevalecen en la entidad. Para el caso del subsistema social, el lector encontrará información sobre la situación poblacional (densidad, distribución y migración), índice y grado del desarrollo humano, empleo, educación, salud e infraestructura; mientras que para el subsistema económico, se incluye información sobre la estructura económica estatal, municipal y de los tres sectores productivos que prevalecen actualmente en la entidad. A continuación se presenta un breve resumen de la información que podrá encontrar en esta sección.

Subsistema social

Crecimiento poblacional

La revisión del crecimiento demográfico señala que a partir de 1930 (404 364 habitantes) y hasta 1980 (1 182 320 habitantes), en Durango existió una tasa de crecimiento media anual de 2.1 en promedio. Para el año 2000, esta tasa descendió a 0.7, y aumentó a 1.2 en el 2010, año en el que la población total en la entidad fue de 1 632 934 habitantes: 829 044 mujeres y 803 890 hombres.

Distribución de la población

El estado ocupa el cuarto lugar nacional por su extensión territorial de 123 451.29 km², equivalente a 6.3% de la superficie total del país; su densidad poblacional es de 13.2 hab/km² y ocupa el segundo lugar de las entidades menos pobladas del país. La distribución espacial de la población se caracteriza por dos zonas que forman las mayores concentraciones poblacionales, urbanas y económicas: el municipio de Durango, capital de la entidad (582 267 habitantes y una densidad poblacional de 62.88 hab/km²), y la zona de La Laguna, en la que los municipios de Gómez Palacio (327 985 habitantes con una densidad de 389.03 hab/km²) y Lerdo (141 043 habitantes y una densidad de 66.95 hab/km²) se integran a la zona metropolitana. En estos tres municipios radican 1 051 295 habitantes, que representan 64.38% del total de la población.

Empleo

En el año 2013, la población económicamente activa (PEA) se ubicó en 729 768 personas, que representan 58.1% de la población de 14 años y más. Por sector de actividad, la cantidad de población ocupada en el sector primario era de 97 812 personas (14.1% del total); en el sector secundario trabajaban 189 273 (23.7%) y en el sector terciario o de servicios, 403 474 (58.2%). La tasa de desocupación fue de 5.1%. El porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos señala que los municipios de Gómez Palacio, Lerdo y Durango presentan porcentajes de población de 31.8, 32.6 y 33.2% respectivamente. Los 36 municipios restantes tienen proporciones de poblaciones con ingresos de hasta dos salarios mínimos, superiores al promedio nacional de 38.7%.

Educación

En el 2013, la tasa de analfabetismo en el estado fue de 3.1%, lo que lo posiciona en el octavo lugar nacional

Esparza-Rocha, J.A. 2017. Resumen ejecutivo. Contexto socioeconómico. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 65-66.

entre las entidades con menores tasas; el grado promedio de escolaridad de su población fue de 8.8 años, ligeramente inferior a la media nacional de 8.9 años.

Salud

En el 2010, 68.2% de la población (1 113 493 habitantes) era derechohabiente de los servicios médicos en instituciones de salud públicas y privadas; la distribución de derechohabientes según la institución era la siguiente: 51.3% pertenecía al IMSS, 14.6% al ISSSTE y 32.3% al Seguro Popular; 1.3% tenía derecho a servicios médicos en otras instituciones.

Índice y grado de desarrollo humano

La población rural presenta menores niveles de desarrollo y de bienestar social debido principalmente a que su localización geográfica, sumamente dispersa, dificulta dotarla de infraestructura y servicios. Los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo concentran los mayores equipamientos en materia de salud, educación e ingreso, lo que les permite alcanzar los índices de desarrollo humano (IDH) más altos. La entidad tiene un IDH de 0.719, mientras que el municipio con mayor grado de desarrollo humano es Durango, con un IDH de 0.777; los resultados más negativos en estos rubros corresponden a los municipios de Mezquital, Canelas, Otáez, Tamazula, Topia y Pueblo Nuevo.

Subsistema económico

Estructura económica estatal

En el 2012 la entidad participó con 1.2% del PIB nacional, colocándose en la posición 25 del total de las entidades federativas. Las actividades terciarias (comercio y servicios) predominaron con 54.7%, seguidas por el sector secundario (industrial) con una contribución porcentual a la economía de 36.5%, mientras que el sector primario aportó 8.8% del PIB de la entidad.

Estructura económica por sectores

La dinámica del desarrollo sectorial de la economía muestra que el sector más dinámico es el terciario, con una mayor participación de sus grupos de actividad económica, entre los que destacan el comercio, los transportes y los servicios educativos, seguido por el sector secundario, con grupos de actividades como la minería, la construcción y las industrias manufactureras, y la industria alimentaria como un sector con una ligera tendencia de crecimiento. A pesar de que el sector primario muestra un deslizamiento suave de crecimiento negativo en su línea de tendencia, durante 2012 contribuyó con 3.4% (17 100 millones de pesos corrientes) al PIB nacional de las actividades primarias, colocando al estado como el décimo segundo productor primario a nivel nacional. Lo anterior se debe a sus niveles de producción: segundo productor nacional forestal maderable en 2011 con 1 642 millones de pesos, tercer lugar nacional en 2012 por leche de bovino con 1 038 millones de litros, y segunda posición nacional en volumen de producción de frijol con 110 285 toneladas.

Estructura económica por municipios

El municipio de Durango, capital de la entidad, y la región lagunera muestran el predominio de las concentraciones urbanas y económicas. La primera participa en la economía del estado con 34.2% de la producción bruta total con 58 991.8 millones de pesos. Posee el mayor número de unidades económicas con 19 674 (43.5%) y un total de personal ocupado de 104 075 personas. La región de La Laguna, constituida por los municipios de Gómez Palacio y Lerdo, y el municipio colindante de Mapimí, producen 95 388.5 millones de pesos que corresponden a 55.3% de la producción bruta estatal. En el 2011 Gómez Palacio presentó una producción bruta total de 79 334.9 millones de pesos, 46.0% del total estatal, ubicándose en el primer lugar entre los municipios de la entidad. Las 35 economías municipales restantes son pequeñas, en conjunto representan 10.5% de la producción bruta, y se caracterizan por una distribución muy heterogénea en su productividad económica y en sus niveles de ingresos. Presentan diversidad de recursos naturales y desigualdades en los grados de su productividad tecnológica.

Marco socioeconómico

José Antonio Esparza Rocha

INTRODUCCIÓN

Este capítulo describe los subsistemas social y económico de la entidad, donde se destacan las diferencias en densidad poblacional y actividades económicas. El primer grupo está representado por tres municipios: Durango, Gómez Palacio y Lerdo, los cuales se caracterizan por una alta concentración de la población y de actividades económicas; ocho municipios más representan un segundo grupo de concentración, mientras que los 28 restantes permanecen con escasa población y actividades económicas. Lo anterior refleja un alto grado de dispersión de la población rural en contraste con la concentración de la población en dos ciudades de escala estatal y una ciudad intermedia.

SUBSISTEMA SOCIAL

Población

El crecimiento poblacional de la entidad se ha visto afectado por el fenómeno emigratorio con destino a Estados Unidos de América, situación que la ha convertido en una de las entidades con menor densidad de población en el territorio nacional. En el año de 1930 la población estatal estaba constituida por 404 364 habitantes. Hasta la década de los ochenta la tasa de crecimiento media anual tuvo una tendencia exponencial de 2.1. En 1980 había 1 182 320 habitantes; a partir de ese momento, la tasa descendió considerablemente. En 1990 fue de 1.4 y en el año 2000 cayó hasta 0.7; en consecuencia, la población del estado, que en 1995 era de 1 431 748 (INEGI 1995), para el 2000 fue de 1 448 661: el crecimiento total de la población en un lapso de cinco años fue solamente de 16 913 personas (INEGI 2000). En el 2005 aumentó en 60 456 para alcanzar los 1 509 117 habitantes (INEGI 2005). En el año 2010, con una tasa de crecimiento medio anual de 1.2, alcanzó los 1 632 934 habitantes (el equivalente a 1.5% del total de la población nacional), de los cuales 829 044 y 803 890 corresponden a mujeres y hombres, respectivamente (figura 1, INEGI 2014a). De la población total, 68.9% es considerada urbana debido a que residen en localidades de 2 500 o más habitantes (INEGI 2010a), mientras que 31.1% en 5 826 poblaciones rurales altamente dispersas en la entidad (cuadro 1, INEGI 2010c).

Durante el proceso de transición demográfica (es decir, tasas muy bajas de mortalidad y natalidad) que actualmente presenta la población de México, la estructura por edad de la población estatal ha experimentado cambios estructurales, sobre todo en el transcurso de las últimas décadas. En la década de los noventa, el grupo de población de 0-14 años de edad constituía 40.9% del total de la población; en el 2000 fue 36.2% y en el 2010 de 30.9%. Esta variación porcentual señala un decrecimiento a un ritmo superior al del crecimiento de los grupos de edades de 15-64 años, cuya transición en los mismos años pasó de 54.8 a 58.5 y 62.6%; en tanto que el porcentaje del grupo de 65 años y más creció de 4.3% en 1990 a 5.3% en el 2000, hasta 6.5% en el 2010 (figura 2, INEGI 2010a).

De acuerdo con el modelo tendencial del crecimiento poblacional elaborado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO 2012), esta tendencia en la composición estructural por edades de los habitantes de la entidad se mantendrá por lo menos hasta la década de los treinta del presente siglo, modificando un amplio espectro de las necesidades sociales.

Uno de los cambios más notorios lo constituye el envejecimiento demográfico: el Censo 2010 señala que la población en edad avanzada (mayores de 65 años) es de 104 988 habitantes, 6.5% del total de la población estatal. En concordancia a las proyecciones tendenciales hacia el 2030, la población mayor de 65 años irá en aumento. Este incremento obligará a adaptar las políticas institucionales en materia de seguridad social y salud, para dar respuesta a una creciente población en edades avanzadas.

Esparza-Rocha, J.A. 2017. Marco socioeconómico. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 67-90.

Cuadro 1. Clasificación de las localidades en función de sus rangos de población

Clasificación	Rango de población	Número	Nombre de las localidades	Población	Población (%)
Ciudad estatal	100 mil a 500 mil habitantes	2	Victoria de Durango	518 709	31.77
			Gómez Palacio	257 352	15.76
Ciudad intermedia	50 mil a menos de 100 mil habitantes	1	Lerdo	79 669	4.88
Ciudades medias	10 mil a menos de 50 mil habitantes	7	Santiago Papasquiaro	26 121	1.60
			El Salto	24 241	1.48
			Guadalupe Victoria	16 506	1.01
			Vicente Guerrero	15 982	0.98
			Canatlán	11 495	0.70
			Nuevo Ideal	10 876	0.67
			Villa Unión	10 753	0.66
Ciudades básicas	5 mil a menos de 10 mil habitantes	10	-	70 292	4.30
Concentración rural	2 500 a menos de 5 mil habitantes	24	-	82 435	5.05
Asentamientos rurales	1 a menos de 2 500 habitantes	5 826	-	508 503	31.14

Fuente: INEGI 2010c.

No obstante, el mayor de los retos del proceso de transición demográfica estará representado por el crecimiento de la población en edad de trabajar. En los próximos 20 años la cantidad de habitantes de la entidad en edad laboral de 15 a 64 años continuará creciendo de manera constante. Esta tendencia podría alcanzar la cifra de 1 307 220 (65.9%) habitantes en 2030, a partir de una población inicial en el año de 2010 de 1 003 805 habitantes, que representa 62.6% de la población.

Como se observa, la composición estructural por edad de la población estatal se ha transformado. La pirámide de población del Censo 2010 se amplifica en el centro y se reduce en la base, si se le compara con las pirámides poblacionales correspondientes a los años de 1990 y 2000 (figura 3).

La proporción de niños y adolescentes ha disminuido, a diferencia de la proporción de adultos, la cual se ha incrementado. La tendencia al decrecimiento porcentual del grupo de edad menor de 14 años implicaría que a futuro se reducirá la demanda de equipamientos y servicios propios del grupo, principalmente los educativos y de salud, debido a que no se trata sólo de una disminución en la contribución porcentual a la estructura de edades, si no a que también se observa una disminución real de la cantidad de habitantes de esas edades.

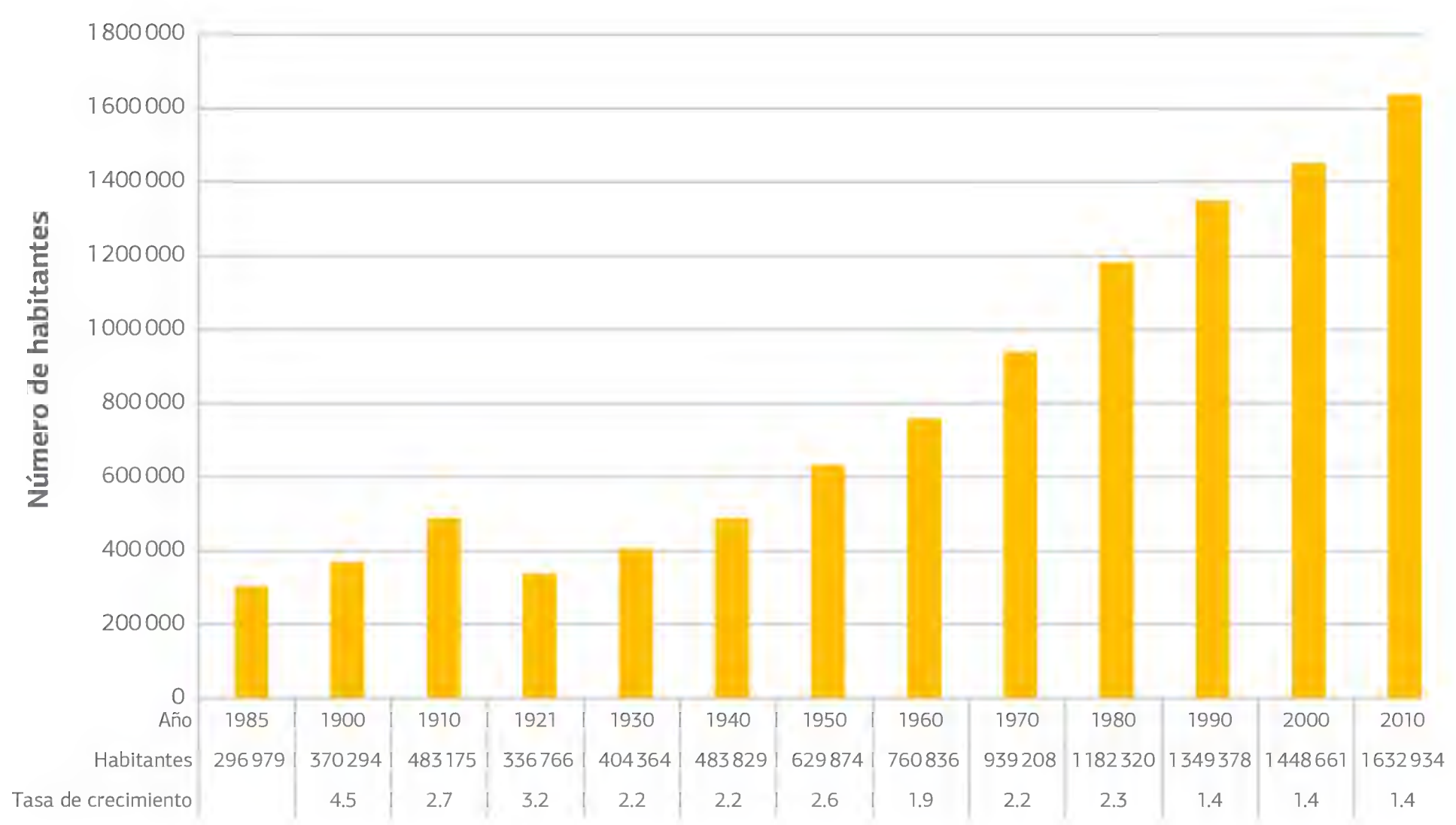


Figura 1. Población total 1895-2010.
Fuente: INEGI 2010a.

Figura 2 Estructura de la población por grupos de edades en 1990, 2000 y 2010.
Fuente: INEGI 2010a.

En el 2000 la población menor de 14 años era de 518 324 e integraba 36.2% de la población. En el año 2010 la población de esas mismas edades fue de 495 733 habitantes, que representa 30.9% de la población.[1]

De los 39 municipios que integran la entidad, únicamente Durango, Gómez Palacio, Lerdo, Pueblo Nuevo, Santiago Papasquiaro, Guadalupe Victoria, Cuencamé, El Mezquital, Poanas, Tlahualilo, Vicente Guerrero, Nombre de Dios, Rodeo, Mapimí y Otáez presentan crecimiento poblacional. Los 24 municipios restantes tienen tasas de crecimiento negativas (cuadro 2).

Distribución espacial

Por su extensión territorial de 123 451.29 km², la entidad ocupa el cuarto lugar a nivel nacional, equivalente a 6.3% de la superficie total del país (INEGI 2014a). Durango tiene una densidad de población de 13.2 hab/km², y ocupa el segundo lugar entre los estados menos densamente poblados del país, sólo superado por Baja California Sur, con una densidad de población de 8.6 hab/km². Para tener una mejor idea de la escasa densidad de población en el estado, se puede comparar con la densidad promedio del país, de 57.3 hab/km² (INEGI 2014b).

En la entidad se localizan dos zonas que representan las mayores concentraciones poblacionales, urbanas y económicas. En el municipio de Durango radican 582 267 habitantes (INEGI 2010b), su extensión territorial es de 9 259.71 km² y su densidad es de 62.8 hab/km², aunque 88% de la población municipal se concentra en la ciudad de Durango y la zona de La Laguna (Comarca Lagunera), en la que los municipios de Gómez Palacio y Lerdo se integran a esta zona metropolitana, conurbados con Torreón y Matamoros, del estado de Coahuila.

La población del municipio de Gómez Palacio es de 327 985 habitantes, con una densidad de población de 389.03 hab/km², mientras que el municipio de Lerdo tiene una población de 141 043 habitantes y una densidad de 66.95 hab/km² (cuadro 2). De manera conjunta, estos tres municipios agrupan a 1 051 295 habitantes, que representan 64.38% del total de la población de la entidad.

La distribución espacial de las localidades ocurre a lo largo y ancho del territorio; en función de sus rangos de población, en el estado se ubican dos localidades clasificadas como ciudades estatales: Victoria de Durango y Gómez Palacio, que en conjunto albergan 47.5% de la población (cuadro 1).

La ciudad de Lerdo clasifica como la única ciudad intermedia: en ella radica 4.9% de los habitantes; la población restante se ubica en siete ciudades medias (7.1%), 10 ciudades básicas (4.3%), 24 concentraciones rurales (5.0%) y 5 826 asentamientos rurales, en los que, de manera muy dispersa, habita 31.1% de la población (cuadro 1).

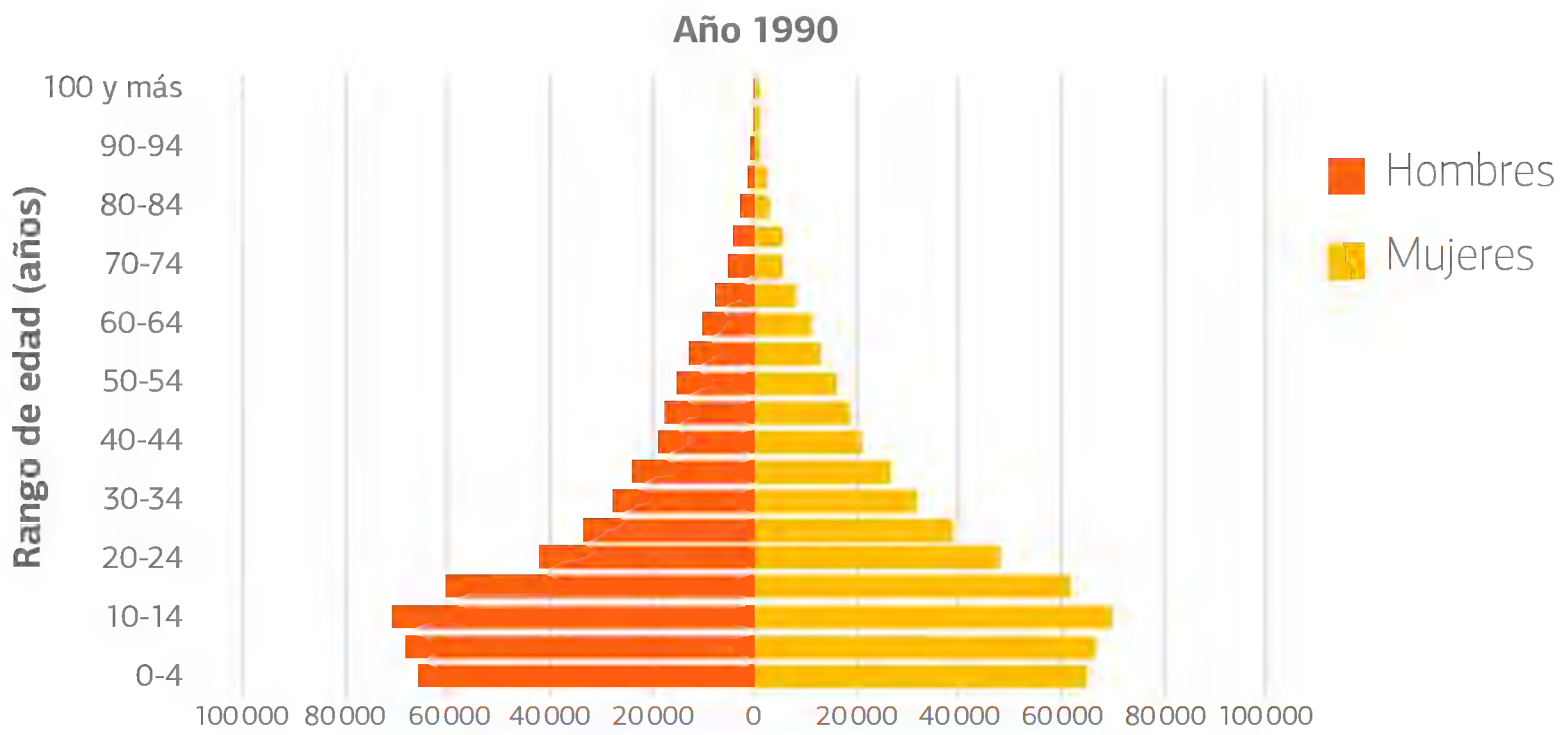
Migración

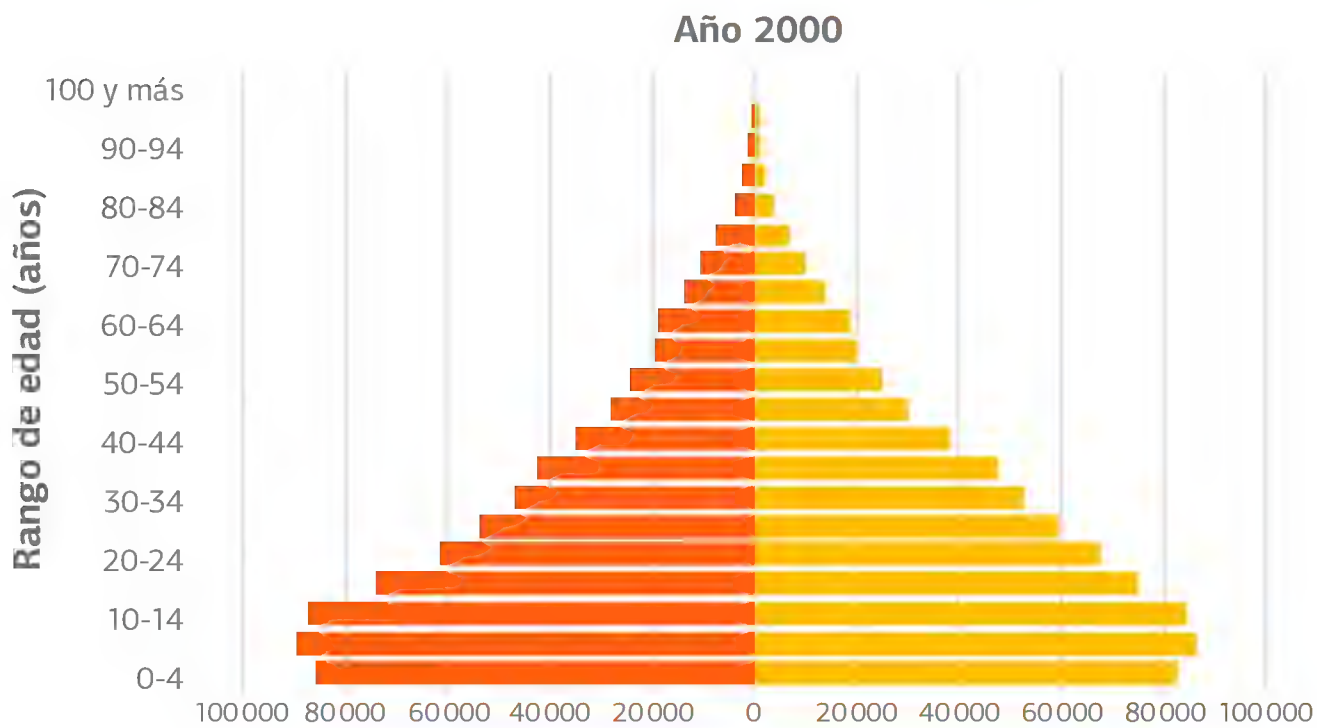
Durango se encuentra entre las principales entidades federativas con alto grado de intensidad migratoria a Estados Unidos de América. Esta experiencia se remonta a principios del siglo XIX y desde entonces ha sido de carácter masivo; en el 2010, con un índice de intensidad migratoria de 0.6248, ocupó el octavo lugar a nivel nacional (CONAPO 2010). De los 39 municipios, 24 presentan tasas medias de crecimiento anual negativas que varían de -0.30 hasta -3.37, manifestándose como expulsores de población (cuadro 2). Básicamente, el decrecimiento de la población de estos municipios se ha debido a la migración y las condiciones de inseguridad en la última década; en el periodo de 1992-1997 el estado de Durango presentó una migración a Estados Unidos de 103 481 habitantes. En esos cinco años, siete de cada 100 habitantes del estado migraron hacia ese destino. El mayor porcentaje de los migrantes se hallaba constituido por personas que en ese entonces contaban con edades de entre 15 y 29 años de edad; en ese lapso migraron 41 395 hombres y 19 980 mujeres (CONAPO 2006).

En el lapso de 1992-1997 el estado ocupó el primer lugar nacional en el número de migrantes en edades de los 15 a los 30 años de edad. En 2005, 24.7% de la población duranguense (384 192 habitantes) se hallaba radicando en Estados Unidos de América. La intensidad de los flujos migratorios en la entidad se debe principalmente a las causas siguientes:

- El aparato productivo estatal ha sido insuficiente para absorber el aumento sostenido de la fuerza de trabajo, el aumento en el nivel educativo y a la inclusión creciente de la población femenina en el mercado laboral.

1 En los porcentajes y las cantidades de población por grupo de edades citadas y en la figura 3 no se incluyen las cifras de población no especificadas: año 1900 (total de población no especificada: 2 797; hombres: 1 369; mujeres: 1 428); año 2000 (total de población no especificada: 15 753; hombres: 8 026; mujeres: 7 727), y año 2010 (total de población no especificada: 28 408; hombres: 14 203; mujeres: 14 205) estimadas por INEGI con base en el número de viviendas sin información de ocupantes en los Censos de Población y Vivienda de 1990, 2000 y 2110. Cuando se citan las cifras de población total del estado, se incluye a las cantidades de población no especificada.





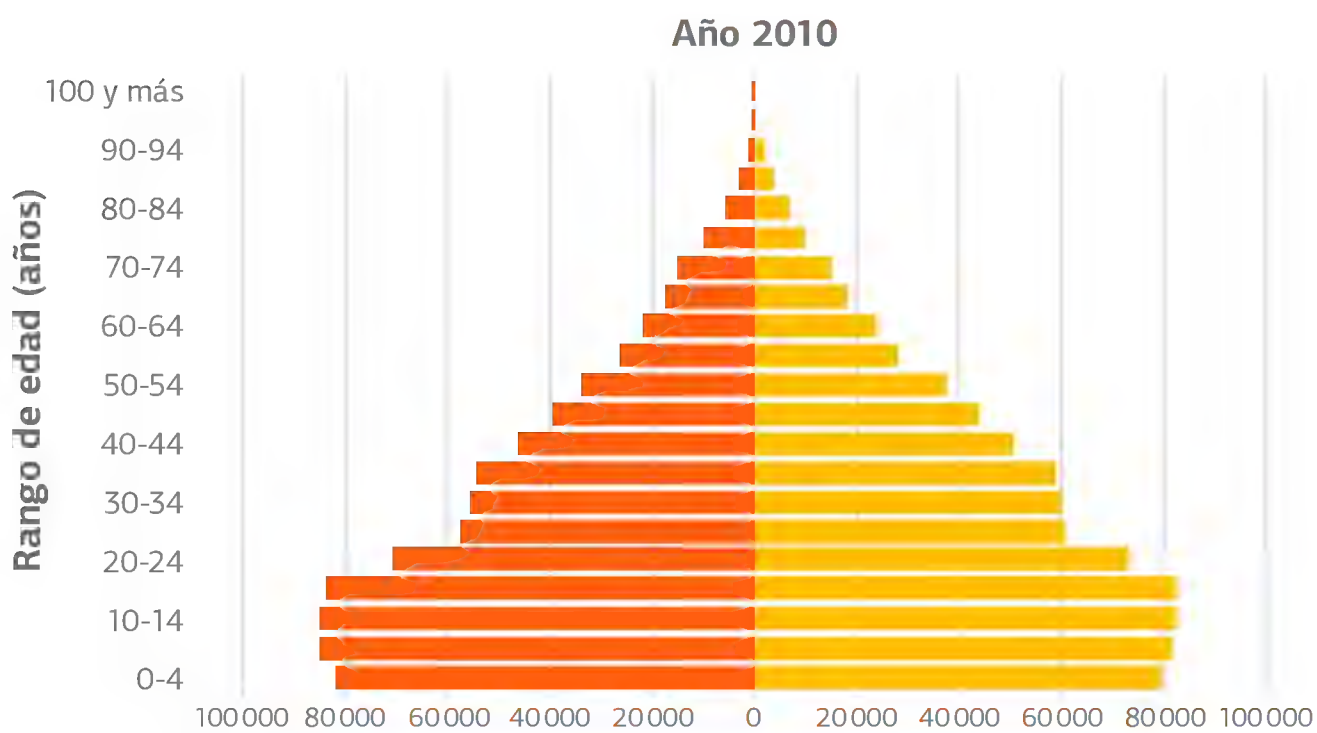


Figura 3. Estructura de la población 1990, 2000 y 2010.
Fuente: INEGI 1992, 2000, 2012.

Cuadro 2. Grado de marginación, densidad de población y tasa de crecimiento promedio anual por municipios, 2010

Municipio	Población	Superficie (km²)	Densidad de población (hab/km²)	Tasa de crecimiento promedio anual 2000-2010	Grado de marginación
Durango	582 267	9 259.71	62.88	1.70	Muy bajo
Gómez Palacio	327 985	843.09	389.03	1.80	Muy bajo
Lerdo	141 043	2 106.62	66.95	2.20	Muy bajo
Guadalupe Victoria	34 052	1 313.74	25.92	0.60	Bajo
Cuencamé	33 664	5 187.95	6.49	0.30	Bajo
Canatlán	31 401	3 510.36	8.95	-1.06	Bajo
Nuevo Ideal	26 092	1 882.38	13.86	-1.44	Bajo
Poanas	24 918	1 124.94	22.15	0.20	Bajo
Tlahualilo	22 244	4 738.36	4.69	1.10	Bajo
Vicente Guerrero	21 117	363.93	58.02	0.60	Bajo
El Oro	11 320	3 559.04	3.18	-1.90	Bajo
Pueblo Nuevo	49 162	6 943.21	7.08	0.80	Medio
Santiago Papasquiaro	44 966	6 296.91	7.14	0.30	Medio
Mapimí	25 137	7 765.02	3.24	1.10	Medio
San Dimas	19 691	5 516.07	3.57	-10.00	Medio
Nombre de Dios	18 488	1 195.57	15.46	0.20	Medio
Rodeo	12 788	1 389.30	9.20	0.20	Medio
Nazas	12 411	2 427.74	5.11	-1.34	Medio
Pánuco de Coronado	11 927	1 001.11	11.91	-0.70	Medio
San Juan del Río	11 855	1 411.60	8.40	-1.58	Medio
Tepehuanes	10 745	6 190.79	1.74	-1.44	Medio
General Simón Bolívar	10 629	2 354.73	4.51	-1.79	Medio
Peñón Blanco	10 473	1 691.05	6.19	-0.46	Medio
Guanaceví	10 149	5 484.67	1.85	-1.00	Medio
Ocampo	9 626	3 627.25	2.65	-2.55	Medio
Santa Clara	7 003	988.83	7.08	-1.25	Medio
Súchil	6 761	1 472.20	4.59	-0.48	Medio
San Juan de Guadalupe	5 947	2 400.79	2.48	-1.76	Medio
Indé	5 280	2 509.37	2.10	-3.37	Medio
Coneto de Comonfort	4 530	1 049.15	4.32	-1.95	Medio
Hidalgo	4 265	4 696.76	0.91	-1.93	Medio
San Bernardo	3 433	2 318.01	1.48	-3.03	Medio
San Luis del Cordero	2 181	587.41	3.71	-2.13	Medio
San Pedro del Gallo	1 709	1 793.67	0.95	-3.35	Medio
Topia	8 581	1 642.53	5.22	-1.85	Muy alto
Otáez	5 208	1 708.26	3.05	1.73	Muy alto
Canelas	4 122	895.78	4.60	-0.59	Muy alto
Mezquital	33 396	8 430.12	3.96	1.90	Muy alto
Tamazula	26 368	5 773.25	4.57	-0.30	Muy alto
Total	**1 632 934**	**123 451.27**	**13.23**		

Fuente: INEGI 2010b, CONAPO 2011b, INEGI 2013a.

- El deterioro que ha provocado el ritmo de desarrollo derivado por las condiciones de producción local en el ámbito rural.
- Las mayores expectativas de alcanzar un mejor nivel de vida, a través de mejores ingresos en el contexto de una sociedad con un mayor desarrollo.

Este decrecimiento demográfico en la entidad (debido a la emigración) tiene algunas repercusiones positivas en el grado de bienestar y en el desarrollo económico y social de la población, sobre todo las derivadas de las remesas provenientes de la población radicada en los Estados Unidos de América: en el 2011 se estimaron en 417 millones de dólares, que representan 1.8% de las remesas que ingresaron al país, y corresponden aproximadamente a 3.5% del producto interno bruto (PIB) de la entidad (CONAPO 2011a)

Como se ha mencionado, no en todos los casos el decrecimiento demográfico tiene repercusiones negativas en el grado de bienestar y desarrollo económico y social de los municipios; sus condiciones socioeconómicas, con tasas de crecimiento promedio anual mayores de -3.0 (Indé, San Pedro del Gallo y San Bernardo), revelan que la población que permanece dentro de su territorio municipal mejora sus condiciones de bienestar, e incluso en algunos privan condiciones de pleno empleo.

Índice y grado de desarrollo humano

El índice de desarrollo humano (IDH) indica el grado en que los individuos disponen de una serie de capacidades y oportunidades básicas como gozar de una vida larga y saludable, adquirir conocimientos, comunicarse y participar en la vida de la comunidad y disponer de recursos suficientes. Este índice utiliza la metodología del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); es el resultado de una media aritmética de los índices de sobrevivencia (esperanza de vida o mortalidad infantil en el caso de municipios); de educación (analfabetismo y asistencia escolar) y del ingreso (PIB per cápita ajustado al poder adquisitivo del dólar americano) (CONAPO 2000).

En el Informe Mundial sobre el Desarrollo Humano 2010, el PNUD aplicó a nivel mundial un conjunto de cambios metodológicos al procedimiento tradicional con el que calculaba el IDH. En el Informe Mundial sobre el Desarrollo Humano 2014 aparece México entre los países con IDH alto, en la posición internacional 71, con un índice de 0.756 —ligeramente superior al 0.755 que presentó en el 2012— (PNUD 2014a). Los nuevos cálculos de los IDH para las entidades federativas aparecen en el boletín de información relativo al tema (PNUD 2012); en ellos, el estado de Durango se señala con IDH de 0.7193, ocupando la posición 21 en el ámbito nacional. Si se compara el valor del índice del país en el mismo año, se observa que el IDH estatal está a cuatro lugares por debajo del IDH nacional (cuadro 3).

El cálculo de los IDH para el 2010 a nivel de desagregación municipal fue realizado por la Oficina de Desarrollo Humano del PNUD de México, adaptando la nueva metodología para la estimación municipal (PNUD 2014b), así como a las nuevas fuentes de datos utilizadas. El resultado global para el estado es un IDH de 0.732 en 2010, diferente del IDH de 0.793 establecido por el PNUD internacional. Los resultados de la estimación del IDH para el 2010 a nivel de desagregación municipal indican que, en la entidad, el municipio con mayor grado de desarrollo humano es Durango, con un IDH de 0.777, en tanto que el municipio del Mezquital registró el valor más bajo con un IDH de 0.536, por lo que la brecha en desarrollo entre ambos municipios es de 31.0%.

Si se realiza una comparación internacional, el grado de desarrollo humano del estado de Durango es equiparable al país de San Vicente y las Granadinas; mientras que el municipio de Durango corresponde a Bulgaria. Los municipios de Gómez Palacio y Lerdo alcanzan los mejores resultados en materia de salud, educación e ingreso, en tanto que los resultados más negativos en estos rubros son para los de Mezquital, Canelas, Otáez, Tamazula, Topia y Pueblo Nuevo.

La población que reside en las áreas rurales del estado presenta menores niveles de desarrollo y de bienestar social debido principalmente a que su localización geográfica es sumamente dispersa, lo que dificulta dotarlos de infraestructura, servicios y comunicación, además de su estrecha relación con las actividades agropecuarias, que constituyen todavía su principal sustento económico. Esos factores han conformado un panorama de carencias en la población rural y provocado un mayor deterioro de sus condiciones de desarrollo, cuya consecuencia son las elevadas tasas de emigración a las ciudades estatales y Estados Unidos.

No obstante, si se comparan los valores de los indicadores del desarrollo social alcanzados por la población del municipio de la capital con los del resto del estado, se verá que las diferencias no son notables; esto se debe a que el envío de remesas procedentes de

Cuadro 3. Índice de desarrollo humano (IDH) nacional y estatal, 2008 y 2010

Índices	2008			2010		
	Nacional	Durango	Lugar	Nacional	Durango	Lugar
Índice de salud (IS)	0.869	0.860	28	0.874	0.864	28
Índice de educación (IE)	0.659	0.645	20	0.678	0.668	19
Índice de ingreso (II)	0.696	0.667	21	0.681	0.645	24
Índice de desarrollo humano (IDH)	0.736	0.718	21	0.739	0.719	21

Fuente: PNUD 2012.

Estados Unidos beneficia a una gran cantidad de familias en las zonas rurales. Otro de los elementos que contribuyen a mejorar las condiciones del bienestar rural consiste en el desahogo de la presión en la demanda de empleo conseguida a través de la población que emigra a Estados Unidos.

Índice y grado de marginación

El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar los municipios del estado o del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas (CONAPO 2011b).

El concepto de grado de marginación como indicador-resumen puede emplearse para evaluar la fragilidad social a nivel municipal, lo que lo hace útil en la elaboración del diagnóstico del subsistema social del estado. La vulnerabilidad social[2] en la entidad puede verse acentuada por la presencia de desigualdades sociales regionales debidas a la gran dispersión de los asentamientos humanos y a la dimensión y variedad de fenómenos derivados del cambio climático en su territorio.

2 La fragilidad social incluye la visualización del grado de vulnerabilidad de las comunidades no sólo a eventos de carácter económico y social, sino también a los desastres naturales. Los riesgos de comunidades y familias ante fenómenos naturales catastróficos resultan altamente significativos ya que pueden generar cambios importantes en las condiciones de vida de las comunidades rurales pobres; basta mencionar la presencia de ciclos de sequía en el campo duranguense o los intensos flujos migratorios hacia Estados Unidos como vía de escape a los efectos de los periodos de crisis económica.

A nivel estatal, el grado de marginación es medio (CONAPO 2011b). Las mejores condiciones de vida las presenta el municipio de Durango y en especial la ciudad Victoria de Durango (cuadro 4); en el resto de la entidad, el nivel de marginación de los municipios se encuentra asociado a su localización geográfica, el volumen de población, la escala de sus actividades económicas y la capacidad de prestación de servicios. Los municipios con índice de marginación muy bajo son aquellos en los que se localizan los mayores núcleos urbanos, como en el caso de la capital del estado y los municipios de Gómez Palacio y Lerdo que, conurbados con Torreón y Matamoros del estado de Coahuila, integran la zona metropolitana de La Laguna.

La cantidad de población que vive en condición de grado de marginación muy bajo en los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo, es mayoritaria con 1 051 609 habitantes. Lo anterior significa que 64.4% de la población estatal presenta condiciones sociales y económicas aceptables y habita en 12 901 km^2 (10.4%) del territorio de la entidad, con una densidad de población promedio de 81.5 hab/km^2.

Ocho municipios tienen grados de marginación bajo; de estos, cinco colindan con los dos principales lugares centrales de mayor jerarquía y servicios, con grados de marginación muy bajos. En la parte que corresponde a la entidad en la zona metropolitana La Laguna, los linderos del municipio de Tlahualilo están en contacto con los de Gómez Palacio, en tanto que al suroeste de Lerdo se ubica Cuencamé; a partir de estos municipios se extiende el principal corredor demográfico y de desarrollo económico del estado, en dirección al municipio de Durango, primer lugar central del estado. En el intermedio se ubican los municipios de Guadalupe Victoria y Poanas, en colindancia con el municipio de la capital.

Cuadro 4. Indicadores socioeconómicos del estado y municipio de Durango, 2010

Descripción del indicador	Valor del indicador para el estado de Durango	Valor del indicador para el municipio de Durango
Población total	1 632 934.00	582 267.00
Porcentaje de población analfabeta de 15 años o más	3.84	2.17
Porcentaje de población sin primaria completa de 15 años o más	18.76	12.48
Porcentaje de ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario	4.19	1.63
Porcentaje de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	4.19	0.61
Porcentaje de ocupantes en viviendas sin agua entubada	5.73	1.39
Porcentaje de viviendas con algún nivel de hacinamiento	32.60	27.22
Porcentaje de ocupantes en viviendas con piso de tierra	7.01	4.37
Porcentaje de población en localidades con menos de 5 000 habitantes	36.19	10.92
Porcentaje de población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	40.61	33.18
Índice de marginación	0.05	-1.64
Grado de marginación	Medio	Muy bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	15.00	2 359.00

Fuente: CONAPO 2011b.

Al norte de Durango se ubican Canatlán, Nuevo Ideal y El Oro. Hacia el sureste se localiza el municipio de Vicente Guerrero, en contacto con Poanas.

En conjunto con los dos principales lugares centrales de la entidad, Durango y Gómez Palacio, los ocho municipios con grado de marginación bajo conforman un agregado de municipios que reúnen a la población con mejores condiciones socioeconómicas, demográficas, de infraestructura y servicios. Estos además integran una zona en el territorio estatal en donde la dinámica de la vinculación en forma de flujos de personas, bienes, información, comunicación y otros indicadores es más intensa. La población en la entidad con grado de marginación bajo en el 2010 asciende a los 204 808 habitantes, que representan 12.5% de la población, el cual habita en una superficie territorial conjunta de 21 680.70 km^2 (17.56%) con una densidad de población promedio de 9.45 hab/km^2 (cuadro 2).

El conjunto de municipios con grado de marginación medio lo integran 23 de los 39 de la entidad; en 2010 la población total (18.3%) incluida en esta categoría es de 299 156 habitantes (CONAPO 2011b). Sus territorios suman 71 111.21 km^2 y comprenden más de la mitad de la superficie del estado (57.6%), con una densidad de población promedio de 4.2 hab/km^2.

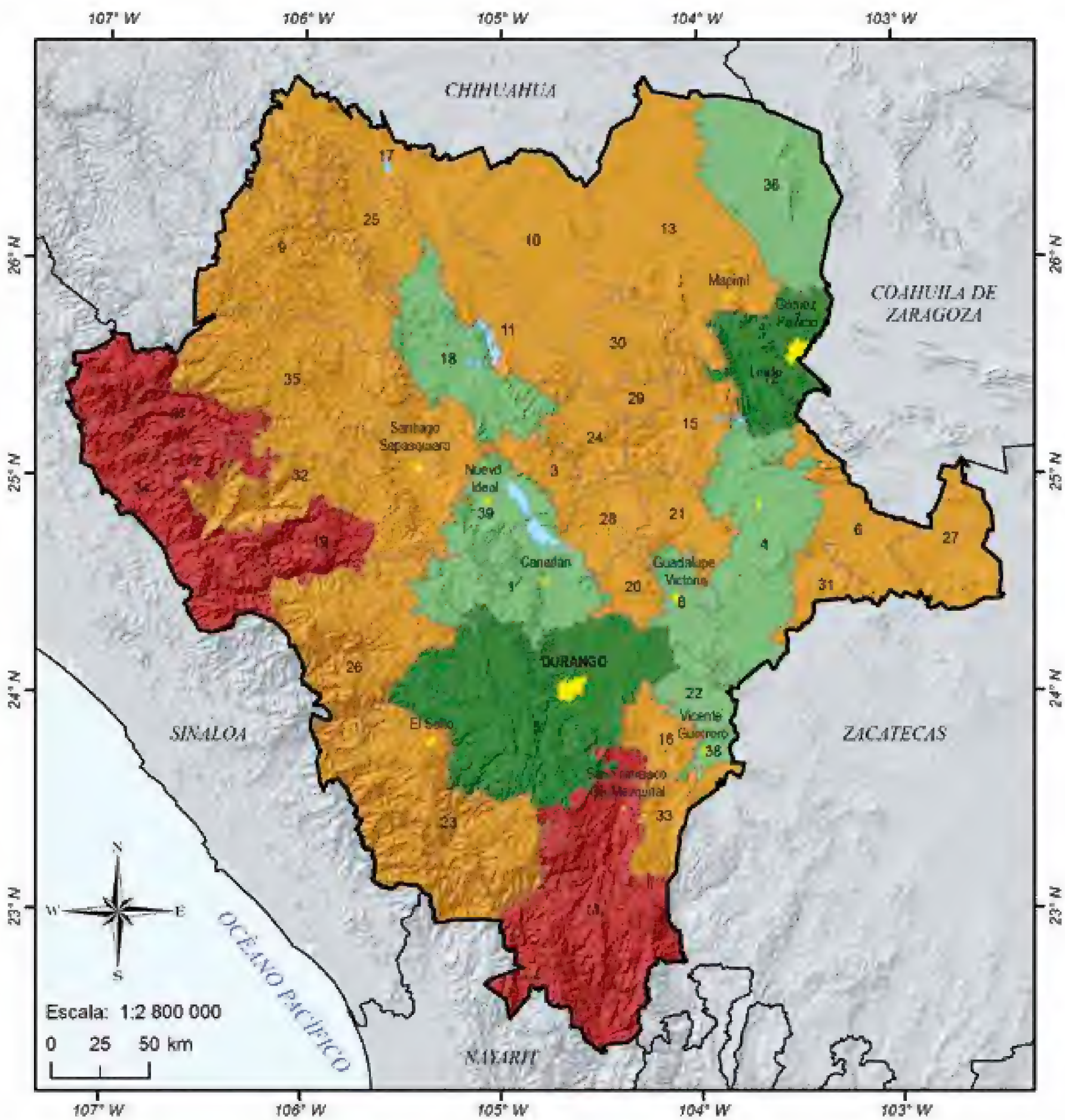


Figura 4. Grado de marginación por municipio, 2010.

La extensión geográfica ocupada por el grupo de marginación media incluye a todas las provincias fisiográficas de la entidad, originando una gran diversidad de sus medios naturales como orografía, topografía, clima, niveles de precipitación pluvial y temperatura. Los territorios municipales presentan diferentes aptitudes de los suelos, variando los potenciales de aprovechamiento de los recursos naturales. En su totalidad, las economías municipales con grado de marginación medio dependen principalmente de la productividad del sector primario, y se diferencian por su nivel de especialización en los subsectores forestal, agrícola o pecuario.

La población del estado de Durango con grado de marginación muy alto es de 77 675 habitantes, los cuales representan 4.76% de la población de la entidad; incluidos en este segmento se encuentran en su mayoría los pobladores rurales pertenecientes a los cinco municipios con muy alto nivel de marginación: El Mezquital, Canelas, Otáez, Tamazula y Topia (figura 4, CONAPO 2011b). En general, estos municipios son los más alejados de las vías de comunicación principales y por tanto de los corredores económicos de la entidad.

La población indígena, uno de los grupos con mayores rezagos del ámbito nacional, tiene una presencia en la entidad de 43 395 habitantes (INEGI 2010d), radican principalmente en los municipios de Mezquital (27 229), Durango (5 632), Pueblo Nuevo (5 013) y Gómez Palacio (1 339 habitantes indígenas). La población de cinco años o más que hablaba alguna lengua indígena en 2010 era de 30 894 personas, en tanto que los que hablaban lengua indígena (principalmente tepehuano) y español era de 23 546; en el mismo intervalo de edad, los que hablaban lengua indígena y no hablaban español eran 4 825 personas. En el municipio de Durango no existen localidades indígenas, sólo se observa su presencia debido a que emigran de sus lugares de origen a la capital de la entidad.

Los municipios con grado de marginación muy alto no coinciden con los de mayor proporción de población indígena, a excepción del municipio de Mezquital, que posee predominantemente población indígena: de 33 396 habitantes, 22 102 (66%) hablan alguna lengua indígena. El Mezquital está incluido entre los 125 municipios de menor índice de desarrollo humano del país (IDH 0.555); su índice de marginación es de 3.39 con un grado de marginación muy alto, lo que lo posiciona en el quinto lugar del país (CONAPO 2011b).

El análisis de los municipios agrupados conforme a sus diferentes grados de marginación permite concluir que 77% de la población vive en condiciones de marginación baja o muy baja. Esta población radica en los tres municipios en los que se localizan los principales núcleos urbanos y en ocho más que se caracterizan por su ubicación asociada a las principales vías de comunicación que cruzan el territorio estatal.

Empleo

En el segundo trimestre de 2013, la población económicamente activa (PEA) del estado se ubicó en 729 768 personas, que representan 58.1% de la población de 14 años y más. En este periodo, un total de 692 690 personas se encontraban ocupadas, cifra superior en 48 798 personas a la del trimestre comparable de 2012. La población sub-ocupada alcanzó 63 317 personas, para una tasa de 9.1% respecto a la población ocupada, proporción menor a la del mismo trimestre de 2012, de 9.7% (INEGI 2013c).

Por actividad, la cantidad de población ocupada en el sector primario era de 97 812 personas (14.1% del total); en el sector secundario trabajaban 189 273 (23.7%) y en el sector terciario o de servicios 403 474 (58.2%). El restante 0.3% estaba formado por la población ocupada que no especificó su actividad económica. En el trimestre abril-junio de 2013, del total de población ocupada de 692 690 personas, 453 679 correspondió a hombres y 239 011 a mujeres, las cuales se desempeñaban mayoritariamente en el sector terciario, es decir en los servicios. La tasa de desocupación en la entidad (TD) fue de 5.1% (población desocupada, la cual no trabajó siquiera una hora durante la semana de referencia de la encuesta del segundo trimestre de 2013, pero manifestó su disposición a hacerlo e hizo alguna actividad por obtenerlo). Estos valores varían poco con respecto a la información reportada para el tercer trimestre del 2014 (cuadro 5).

Uno de los indicadores fundamentales del bienestar de las personas lo constituye el ingreso monetario de la población ocupada. La pobreza de la población es en buena medida consecuencia de los bajos ingresos de sus trabajadores, que se traducen en la imposibilidad de adquirir los bienes de consumo indispensables para cubrir las necesidades básicas de sus familias. Con el objeto de describir las condiciones del ingreso de las personas ocupadas de la entidad se observan los municipios que alcanzan los valores máximos en el componente relativo al ingreso del IDH establecido por la Oficina de Desarrollo Humano del PNUD de México (PNUD 2014b): Durango, Gómez Palacio y Lerdo; en tanto,

Cuadro 5. Población económicamente activa (PEA), ocupada y desocupada 2013

Indicador	Segundo trimestre	Estructura (%)	Tercer trimestre	Estructura (%)
Población total	1726142		1632934	
Población de 14 años y más	1257015	100.00	1276017	100.00
Población económicamente activa (PEA)	729768	58.10	735292	57.60
Ocupada	692690	94.90	689753	93.80
Desocupada	37078	5.10	45539	6.20
Población no económicamente activa (PNEA)	527247	41.90	540725	42.40
Disponible	136449	25.90	ND	ND
No disponible	390798	74.10	ND	ND

ND: no disponible.
Fuente: INEGI 2013a y 2013c.

los municipios con mayores rezagos en el ingreso son Canelas, Otáez y Mezquital, en ese orden. Los niveles de ingreso de la población ocupada también pueden describirse basándose en la cantidad de población ocupada con ingresos inferiores a los dos salarios mínimos.

El porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos señala que los municipios de Gómez Palacio, Lerdo y Durango presentan porcentajes de población de 31.8, 32.6 y 33.1% . Los 36 municipios restantes tienen proporciones de poblaciones con ingresos de hasta dos salarios mínimos superiores al promedio nacional, de 38.7%. Los municipios con mayor población con ingresos menores a dos salarios mínimos son Topia, con 45.57%, y Otáez con 83.8% (CONAPO 2011b).

Educación

De acuerdo con las cifras publicadas por la Secretaría de Educación Pública (SEP) en 2013, la tasa de analfabetismo en el estado era de 3.1%, lo que lo posiciona en el octavo lugar nacional entre las entidades con menores tasas de analfabetismo. El grado promedio de escolaridad de su población era de 8.8 años, ligeramente inferior a la media nacional de 8.9 años, por lo que el nivel de escolaridad de la población de la entidad la coloca en la posición 20 a nivel nacional (SEP 2014). En educación preescolar se atendía a 61.8% de la población en edades de 3, 4 y 5 años; en educación primaria presentaba un grado de cobertura del total de la población demandante, mientras que el nivel de educación secundaria estaba cubierto en 91.7%; en educación media superior, con una cobertura de 72.6%, se ubicaba en la quinta posición nacional (con un nivel de eficiencia terminal de 58%).

Los indicadores educativos en la mayoría de los municipios de Durango son acordes a las características sociales y económicas. La educación desde el nivel básico a universitario está presente en los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo; la oferta educativa de nivel superior y de posgrado se concentra en los de Durango y Gómez Palacio, mientras que otros cuatro municipios cuentan con programas de educación superior. Con referencia a los municipios que alcanzan los valores máximos en el componente relativo a educación en el IDH que establece la Oficina de Desarrollo Humano del PNUD de México, los municipios de Durango, Lerdo y Gómez Palacio reúnen las mejores condiciones educativas en la entidad; en tanto que los municipios con mayores rezagos educativos son Tamazula, Canelas y Mezquital.

Salud

En el 2010, 68.2% de la población (1 113 493 habitantes) era derechohabiente a los servicios médicos en instituciones de salud públicas y privadas; la distribución según la institución era la siguiente: 51.3% pertenecía al IMSS, 14.6% al ISSSTE y 32.3% al Seguro Popular; 1.3% tenía derecho a servicios médicos en otras instituciones (INEGI 2010a). Los municipios con porcentajes de habitantes derechohabientes a los servicios médicos mayores a 68.2% de la entidad son Rodeo, San Bernardo, Hidalgo, San Pedro del Gallo, San Juan del Río, Tlahualilo, Gómez Palacio, Simón Bolívar, San Dimas y Ocampo. Estos se caracterizan por sus bajos volúmenes de población, a excepción del municipio de Gómez Palacio que, con una población de 327 985 habitantes, presentaba 241 537 derechohabientes. El municipio de Durango presentaba 68.1% de derechohabientes a los servicios médicos y concentraba el mayor equipamiento en materia de salud en la entidad. En la ciudad de Victoria de Durango, donde se localizan los tres hospitales de especialidades del estado, se disponía de personal médico en las instituciones públicas de salud con 984, superando notablemente a los 572 que consignaba el municipio de Gómez Palacio; les seguía Pueblo Nuevo con un personal médico de 65, mientras que el municipio de Lerdo, con mucho mayor población que el anterior, sólo disponía de 57 médicos (INEGI 2012). Las acciones emprendidos por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) a través del Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP), tendientes a crear o mejorar la infraestructura social básica y de servicios en los 125 municipios más marginados del país, han motivado el crecimiento de la infraestructura en salud de los municipios con marginación muy alta en la entidad, como son los de Mezquital, Canelas, Otáez, Tamazula y Topia (SEDESOL 2013).

Calidad de vivienda

La calidad de la vivienda en los distintos municipios no presenta una correlación directa con su grado de desarrollo económico; así, municipios como El Oro, Ocampo, San Bernardo, Indé, San Luis del Cordero y Canatlán presentan los menores índices de hacinamiento, en tanto que otros como Lerdo, Pueblo Nuevo, San Dimas y Cuencamé, con relativamente mejor desarrollo económico, presentan problemas respecto al hacinamiento habitacional; incluso municipios con el mayor grado de desarrollo económico, como es el caso de Gómez Palacio, se enlistan en posición media (GED y SEMARNAT 2008).

Infraestructura

La infraestructura en el estado constituye una de las debilidades de la entidad en materia del desarrollo económico y social. Las estadísticas del sector transporte y comunicaciones en la entidad señalan que Durango ocupa la posición 26 a nivel nacional en el concepto de densidad de carreteras (126 km/1 000 km^2); del total de caminos, únicamente 32.57% están pavimentados (INEGI 2011), en tanto que en el concepto de vías férreas ocupa la posición 24 (9.3 km/1 000 km^2). Este bajo nivel en materia de infraestructura afecta sus posibilidades de desarrollo económico. Las mayores densidades de caminos se encuentran más relacionadas con las extensiones de los territorios municipales que con su grado de desarrollo económico; los municipios con desarrollo económico aceptable presentan mayores densidades de caminos (GED y SEMARNAT 2008).

SUBSISTEMA ECONÓMICO

En el 2012 Durango participó con 1.21% del PIB nacional (INEGI 2014a), colocándose en la posición 25 del total de las entidades federativas (situación en la que se ha mantenido aproximadamente constante en los últimos 20 años). El crecimiento anual del PIB de la entidad fue de 2.44% a precios constantes, inferior a la variación porcentual nacional de 4.1%. Su aportación al crecimiento nacional fue de 0.03% (INEGI 2014a).

El nivel de participación económica de la entidad en el contexto nacional manifiesta un grado de desarrollo económico medio, inmerso en un contexto de rezago tecnológico, modernización industrial e infraestructura. La evolución del PIB y el PIB per cápita estatal, durante los últimos años, se ha dado de forma desigual. La clasificación nacional del grado de desarrollo económico de Durango con base en su PIB es medio-bajo, en tanto que esta misma clasificación nacional aplicada al PIB per cápita es de un desarrollo económico de grado medio. Esta tendencia disímil en el crecimiento del PIB estatal y su PIB per cápita debe asociarse al descenso de la contribución poblacional porcentual de la entidad a la población total nacional, y a la disminución de la tasa de crecimiento poblacional del estado.

Actualmente, algunos indicadores económicos revelan cierta tendencia hacia la consecución de una estructura coyuntural más positiva del subsistema económico de la entidad, respecto a las condiciones prevalecientes en los últimos 20 años. El Instituto Mexicano para la competitividad (IMCO) en el 2012, califica a la entidad en una escala de 0 a 100 con un índice de com-

petitividad estatal de 41.0, lo que le permite ocupar la posición 20 en el ámbito nacional (IMCO 2012). Lo anterior significa que ha aumentado su capacidad para atraer y retener inversión y talento. La inversión extranjera directa en 2011 fue de 1830.3 millones de dólares (INEGI 2011); en este aspecto se posiciona en el lugar 17 del ámbito nacional. La entidad ha mejorado sus condiciones de relación con el exterior a través del turismo, la inversión extranjera y el comercio internacional.

La dinámica económica del estado en el periodo de 2003-2012 muestra una tendencia de expansión económica, interrumpida en el 2008 y 2009 debido al impacto en la economía local de las condiciones de recesión mundial, la desaceleración económica de Estados Unidos y la reducción de remesas. En el 2011 en el territorio nacional se presentó una fuerte sequía clasificada según el Monitor de Sequía de América del Norte (NADM, por sus siglas en inglés); la entidad fue de las más afectadas, situación que se reflejó en el descenso del nivel de productividad de sus actividades primarias de ese año (cuadro 6).

La representación gráfica de los valores del PIB de la entidad (a precios constantes) en esos años (figura 5), permite apreciar el periodo de recesión económica del 2008 y 2009, y cómo la economía se recupera en 2010 para reiniciar la etapa de expansión en los años de 2011 y 2012. El crecimiento económico en el estado se sustenta en el incremento del PIB de sus sectores industrial y de servicios, que contrastan con el PIB del sector primario, inestable debido a su dependencia de la intensidad de los eventos climáticos como los ciclos pluviales y las sequías. No obstante que las actividades primarias muestran un deslizamiento suave de disminución en su línea de tendencia (figura 6), durante 2012 Durango contribuyó con 3.4% (17 100 millones de pesos corrientes) al PIB nacional de las actividades primarias integradas por la agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza, ubicándose como el décimo segundo productor primario nacional, en tanto que las contribuciones porcentuales de las actividades secundarias y terciarias al PIB nacional son escasamente significativas (INEGI 2013b).

Estructura económica actual

La economía del estado en el 2012 exhibe una estructura porcentual por grupo de actividad con un claro predominio de las actividades terciarias (comercio y servicios) con 54.7% del PIB; el sector secundario (industrial) presentaba una contribución porcentual a la economía del estado de 36.5%, en tanto que el sector primario aportaba 8.8% del PIB de la entidad (cuadro 6, INEGI 2013a). La dinámica del desarrollo sectorial muestra ciertas tendencias de deslizamiento suave hacia la modificación de la composición estructural de la economía; la participación porcentual del sector primario se mantiene prácticamente constante, aunque presenta una serie de altibajos, con una línea de tendencia muy suavizada hacia el decrecimiento. Los otros dos sectores muestran mayores ritmos de crecimiento constante: el sector secundario, con grupos de actividades como la minería, la construcción, las industrias manufactureras y la industria alimentaria como un sector con una

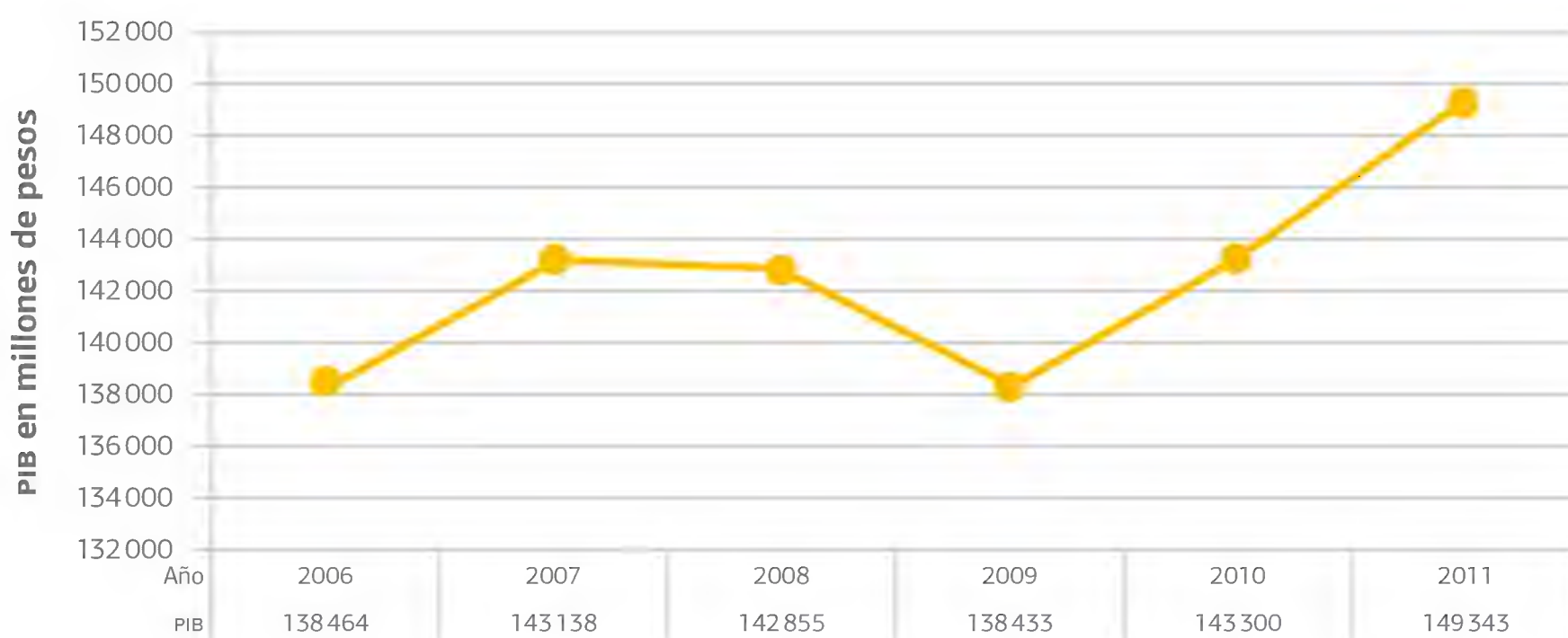


Figura 5. PIB a precios constantes del 2008 (millones de pesos).
Fuente: INEGI 2013a.

Cuadro 6. Producto interno bruto (PIB) por grupo de actividad económica del estado

Periodo	Total nacional	Durango	Participación de la entidad a nivel nacional (%)	Actividades primarias (AP)	Participación de AP en la entidad (%)	Actividades secundarias (AS)	Participación de AS en la entidad (%)	Actividades terciarias (AT)	Participación de AT en la entidad (%)
2003	10 119 898.13	128 611.20	1.27	14 080.69	10.95	48 713.78	37.88	65 816.72	51.17
2004	10 545 909.79	132 458.05	1.26	14 273.34	10.78	49 188.32	37.14	68 996.39	52.09
2005	10 870 105.27	132 674.98	1.22	12 534.05	9.45	48 456.11	36.52	71 684.82	54.03
2006	11 410 946.02	138 464.29	1.21	14 241.08	10.29	49 730.66	35.92	74 492.55	53.80
2007	11 778 877.72	143 148.40	1.22	14 704.89	10.27	51 328.31	35.86	77 115.20	53.87
2008	11 941 199.48	142 855.37	1.20	13 700.51	9.59	50 342.86	35.24	78 812.01	55.17
2009	11 374 629.55	138 472.60	1.22	13 356.23	9.65	49 213.73	35.54	75 902.63	54.81
2010	11 965 979.01	143 555.89	1.20	13 475.24	9.39	50 129.79	34.92	79 950.86	55.69
2011	12 435 057.58	149 458.45	1.20	12 002.13	8.03	55 136.94	36.89	82 319.38	55.08
2012	12 933 676.51	153 111.64	1.18	13 496.97	8.82	55 907.15	36.51	83 707.52	54.67

*Millones de pesos a precios constantes de 2008.
Fuente: INEGI 2013a.

ligera tendencia de crecimiento, mientras que el sector más dinámico es el terciario, con una mayor participación de sus grupos de actividad económica, entre los que destacan el comercio, los transportes y los servicios educativos (cuadro 6, figura 6).

Estructura económica por municipios

En el estado de Durango existen dos concentraciones urbanas y económicas: la primera está constituida por el municipio de Durango, y la segunda por la región lagunera. La primera participa en la economía del estado con 34.2% de la producción bruta total con 58 991.8 millones de pesos. Posee el mayor número de unidades económicas del estado con 19 674 (43.5%) y un total de personal ocupado de 104 075 personas (INEGI 2013b). La región de La Laguna, constituida por los municipios de Gómez Palacio y Lerdo, y el municipio colindante de Mapimí, producen 95 388.5 millones de pesos que corresponden a 55.3% de la producción bruta estatal. En el 2011 Gómez Palacio presentó una producción bruta total de 79 334.9 millones de pesos, 46.0% del total estatal, ubicándose en el primer lugar entre los municipios de la entidad. Las 35 economías municipales restantes son pequeñas, en conjunto representan 10.46% de la producción bruta, y se caracterizan por una distribución muy heterogénea en su productividad económica y en sus niveles de ingresos (cuadro 7). Presentan diversidad de recursos naturales y desigualdades en los grados de su productividad tecnológica.

Estructura económica por sectores

A partir de la fundación de la capital de Nueva Vizcaya, realizada por el capitán español Francisco de Ibarra el 8 de julio de 1563 (Sarabia 1978), el actual estado de Durango (creado en 1824 como uno de los estados originales de la federación) presenta una economía fundamentalmente extractiva, especialmente la minería y la forestal, complementada con las actividades ganaderas y agrícolas.

En la ciudad de Durango —sede de gobierno— comenzaron a despuntar las actividades terciarias a partir de su tradicional actividad comercial. En los primeros años del siglo XX, las actividades secundarias eran inicialmente de tipo artesanal, a pesar de que en el territorio municipal se tenía la presencia de algunas empresas de tipo industrial: el incipiente ramo de las industrias textil y siderúrgica, así como compañía durangueña de tabacos.

Durante el Porfiriato, Durango se integró a la red del ferrocarril y de telégrafos que se tendió en el país, surgiendo nuevas zonas; en la región lagunera nacen las poblaciones de Lerdo y Gómez Palacio, actualmente

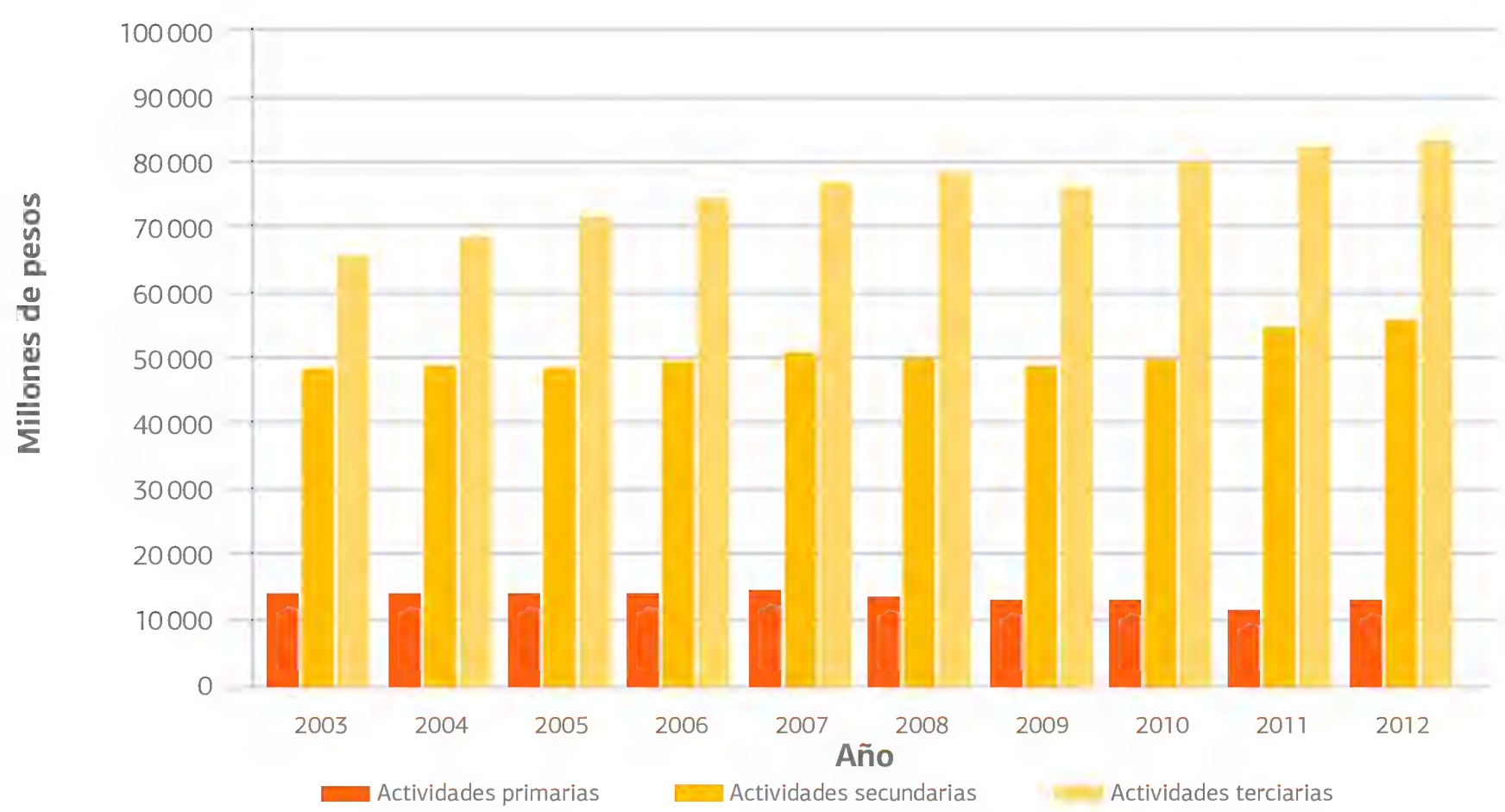


Figura 6. Producto interno bruto sectorial.
Fuente: INEGI 2013a.

la primera y cuarta de las economías municipales en la entidad. El ferrocarril conectó también a la capital del estado con la Ciudad de México y las poblaciones fronterizas, permitiendo la comercialización de los artículos producidos en la región, y el transporte de los recursos minerales y forestales para su exportación.

Este contexto histórico denota la relevancia inicial de las actividades primarias en la composición porcentual por grupos de actividades de la entidad. En el año de 1970 el sector constituía 25.4% del total de la economía, para descender en 1980 a 21.4%; en 2003 es de 11.5%, y posteriormente en el 2012 aparece con una participación de 8.8% (cuadro 6).

La disminución gradual de la contribución porcentual de las actividades primarias al PIB de la entidad se explica por las mayores tasas de crecimiento económico que han presentado en el estado las actividades secundarias y terciarias. Además, el sector se caracteriza por fluctuaciones en sus variaciones porcentuales anuales dependientes de la intensidad de los eventos climáticos, como los ciclos pluviales y las sequías. Como se ha señalado, a pesar de que las actividades primarias muestran un deslizamiento suave de disminución en su línea de tendencia (figura 6), durante 2012 Durango contribuyó con 3.4% (17 100 millones de pesos corrientes) al PIB nacional de las actividades primarias, colocándose como el décimo segundo productor primario a nivel nacional (INEGI 2014c).

La importancia del sector primario en el ámbito nacional se debe, entre otros, a sus niveles de producción: segundo productor nacional forestal maderable en 2011 con 1 642 millones de pesos (la entidad alterna los dos primeros lugares nacionales con el estado de Chihuahua); leche de bovino, 1 038 millones de litros, tercer lugar nacional en 2012, sólo por debajo de los estados de Jalisco y Coahuila; en volumen de producción de frijol se ubicaba en la segunda posición nacional con 110 285 toneladas (INEGI 2013a).

El principal problema estructural de la economía está representado por las características sociales y económicas y el alto grado de dispersión territorial de su sector primario. Si se analiza la productividad per cápita por sector en el 2010, empleando como indicador el cociente del PIB sectorial dividido entre la PEA ocupada en cada sector, se observa el grado de disparidad que presentan comparativamente, entre ellos: productividad per cápita del sector primario, 124 991 pesos; productividad per cápita del sector secundario, 325 317 pesos, y productividad per cápita del sector terciario, 239 098 pesos (INEGI 2013b).

La población ocupada en el sector primario produce menos con respecto a los sectores secundario y terciario; la situación se agrava si se considera que del sector primario dependen las economías de 35 de los municipios del estado, y habría que considerar que las cuatro principales economías municipales —Durango,

Cuadro 7. Valor agregado bruto total y por sector económico en 2011, de los municipios del estado

Municipio	Sector Primario		Sector Secundario		Sector Terciario		Total de valor agregado bruto*	%
	Valor agregado bruto*	%	Valor agregado bruto*	%	Valor agregado bruto*	%		
Gómez Palacio	5 030.29	36.26	41 266.72	63.28	33 037.87	35.4	79 334.88	46.02
Durango	685.27	4.94	17 787.04	27.28	40 519.47	43.42	58 991.78	34.22
Mapimí	2 682.86	19.34	200.51	0.31	6 739.10	7.22	9 622.47	5.58
Lerdo	1 191.66	8.59	3 125.08	4.79	2 114.37	2.27	6 431.11	3.73
Guadalupe Victoria	121.61	0.88	63.58	0.10	2 015.37	2.16	2 200.56	1.28
Santiago Papasquiaro	240.04	1.73	386.36	0.59	1 499.15	1.61	2 125.55	1.23
Pueblo Nuevo	407.48	2.94	562.42	0.86	1 074.86	1.15	2 044.76	1.19
Nuevo Ideal	300.64	2.17	371.68	0.57	834.43	0.89	1 506.75	0.87
Canatlán	277.36	2.00	146.72	0.22	1 025.36	1.10	1 449.44	0.84
Vicente Guerrero	18.01	0.13	78.25	0.12	891	0.95	987.26	0.57
Tlahualilo	138.22	1.00	660.23	1.01	120.21	0.13	918.66	0.53
Tepehuanes	453.72	3.27	53.8	0.08	226.29	0.24	733.81	0.43
Cuencamé	109.97	0.79	166.28	0.25	424.29	0.45	700.54	0.41
Poanas	213.3	1.54	29.34	0.04	445.5	0.48	688.14	0.40
San Dimas	376.05	2.71	4.89	0.01	289.93	0.31	670.87	0.39
El Oro	67.32	0.49	ND	ND	431.36	0.46	498.68	0.29
Tamazula	279.14	2.01	39.12	0.06	113.14	0.12	431.40	0.25
Pánuco de Coronado	60.1	0.43	102.7	0.16	226.29	0.24	389.09	0.23
Rodeo	35.75	0.26	29.34	0.04	297	0.32	362.09	0.21
Ocampo	132.25	0.95	29.34	0.04	127.29	0.14	288.88	0.17
Nombre de Dios	118.51	0.85	14.67	0.02	120.21	0.13	253.39	0.15
San Juan del Río	70.35	0.51	4.89	0.01	162.64	0.17	237.88	0.14
Mezquital	120.05	0.87	4.89	0.01	84.86	0.09	209.80	0.12
Guanaceví	114.77	0.83	4.89	0.01	56.57	0.06	176.23	0.10
Peñón Blanco	46.05	0.33	29.34	0.04	84.86	0.09	160.25	0.09
Nazas	36.58	0.26	9.78	0.01	106.07	0.11	152.43	0.09
Canelas	43.43	0.31	19.56	0.03	49.5	0.05	112.49	0.07
Topia	66.27	0.48	4.89	0.01	21.21	0.02	92.37	0.05
Indé	60.94	0.44	ND	ND	28.29	0.03	89.23	0.05
General Simón Bolívar	48.3	0.35	4.89	0.01	21.21	0.02	74.40	0.04
San Juan de Guadalupe	42.83	0.31	ND	ND	28.29	0.03	71.12	0.04
Súchil	26.31	0.19	4.89	0.01	35.36	0.04	66.56	0.04
Otáez	50.8	0.37	ND	ND	7.07	0.01	57.87	0.03
Santa Clara	24.08	0.17	4.89	0.01	28.29	0.03	57.26	0.03
Hidalgo	50.11	0.36	ND	ND	ND	ND	50.11	0.03
Coneto de Comonfort	30.15	0.22	ND	ND	14.14	0.02	44.29	0.03
San Bernardo	36.19	0.26	ND	ND	7.07	0.01	43.26	0.03
San Pedro del Gallo	44.85	0.32	ND	ND	-7.07	-0.01	37.78	0.02
San Luis del Cordero	22.41	0.16	ND	ND	14.14	0.02	36.55	0.02
Total	**13 874.00**	**100.00**	**65 211.00**	**100.00**	**93 315.00**	**100.00**	**172 400.00**	**100.00**

*Millones de pesos a precios corrientes. ND: no disponible.
Fuente: INEGI 2013a, SAGARPA 2013.

Gómez Palacio, Mapimí y Lerdo— se encuentran entre los principales productores del sector primario.

El análisis del sector primario en la entidad, a través de los valores de producción de los grupos de actividades económicas de los municipios, indica que los principales productores son Gómez Palacio, con 10265 millones de pesos; Mapimí, con 5668, y Lerdo con 2433; el grupo aporta 64.9% de la producción total del sector primario de la entidad. Este elevado nivel se basa en la producción avícola, ganadera y de leche de bovino. El municipio de Mapimí, colindante con la región lagunera, presenta valores de producción avícola similares a Gómez Palacio (cuadro 8).

Considerando las economías del sector primario con valores de la producción superiores a los 500 millones de pesos, en la cuarta posición se ubica el municipio de Durango con un valor de 1398.6 millones de pesos, con la principal producción agrícola de la entidad; en el quinto lugar está Tepehuanes, con 926030.8 y un volumen de producción avícola que ha superado a la forestal; en las posiciones seis y siete están los municipios de Pueblo Nuevo y San Dimas, principales productores forestales del estado; las posiciones siguientes las ocupan Nuevo Ideal, Tamazula y Canatlán, basados en sus niveles de producción agrícolas y ganaderas (INEGI 2012).

Los 29 municipios restantes presentan valores de producción primaria inferiores a los 500 millones de pesos, a pesar de que participan de manera diversificada en los grupos de actividades económicas. Los municipios con valores de producción más reducidos se ubican en la región árida y semiárida.

El sector secundario de la entidad se compone de actividades económicas en desarrollo, como la minería, la industria de la construcción, las industrias manufactureras y la industria alimentaria, que permiten considerarlo con una clara tendencia de crecimiento. Su evolución histórica como componente estructural de la economía del estado muestra que en el año de 1970 el sector constituía 27.8% del total de la economía, para ascender en 1980 a 28.8% (INEGI 1986). Las tendencias económicas de los últimos nueve años presentan una tendencia progresiva, si se observan los valores PIB de las actividades secundarias (cuadro 6). En el año 2003 alcanzó 37.8% de la producción bruta total, para descender en su contribución porcentual al PIB (a precios constantes de 2008) con 36.5% en el 2012 (INEGI 2013b).

En el ámbito de las economías municipales, en el 2011 el sector manufacturero exhibió el mayor grado de concentración en el municipio de Gómez Palacio, con una producción bruta total de 41266.7 millones de pesos (63.3%). En la producción manufacturera sobresale la fabricación industrial de los productos derivados de la leche de bovino, sustentada en un sector de medianos y grandes empresarios que han creado un sistema privado y altamente específico de generación y transferencia de tecnologías agropecuarias.

En la segunda posición se ubica el municipio de Durango con una producción de 17787 millones de pesos (27.3%); en el tercer lugar está el municipio de Lerdo, con 3125.1 millones de pesos (4.8%), y de los 36 municipios restantes sólo Tlahualilo supera 1.0% del total de la producción manufacturera de la entidad (cuadro 7).

La producción bruta total del sector manufacturero, de los 35 municipios estatales restantes, se restringe a 3.6%; en 18 de ellos su contribución porcentual es tan reducida que puede considerárseles como economías municipales con el sector manufacturero inexistente (cuadro 7).

El sector terciario se ha constituido como el grupo de actividades económicas más dinámico del estado. La variación porcentual estructural histórica del sector, muestra que ha mantenido un crecimiento sostenido: a partir de 1970, en que representaba 46.7% del total de la economía, hasta alcanzar en el 2003, 51.1% de la composición del sistema económico de la entidad. En el 2012 la estructura sectorial de la economía del estado presentó un claro predominio del sector terciario con 54.13% del PIB (cuadro 7, INEGI 2013b).

El valor agregado bruto por sector económico de los municipios del estado indica que el liderazgo en la productividad del sector terciario se alterna entre los municipios de Durango y Gómez Palacio. En 2011, en el sector del comercio y los servicios, el municipio de Durango obtuvo una producción bruta total de 40519.5 millones de pesos y lidera la tabla con 43.4%. En la segunda posición aparece Gómez Palacio, con una producción de 33037.9 millones de pesos (35.4%); en el tercer lugar el municipio de Mapimí, con 6739.1 millones de pesos que representan 7.2%. Con contribuciones porcentuales superiores a 1.0% se ubican los municipios de Lerdo, Guadalupe Victoria, Santiago Papasquiaro, Pueblo Nuevo y Canatlán (cuadro 7).

La producción del sector comercio y servicios de los 31 municipios estatales restantes se restringe a 6.65%; en general sus contribuciones porcentuales superan a las del sector manufacturero.

Cuadro 8. Valor de la producción municipal en 2011, por grupo de actividad económica del sector primario en el estado

Municipio	Agricultura	Ganadería	Avícola	Leche	Otros	Forestal	Total	Total (%)
Estado de Durango	2 827	5 084	13 357	5 173	25	1 847	28 313	100.00
Gómez Palacio	ND	779	6 689	2 795	2	ND	10 265	36.30
Mapimí	ND	116	5 309	48	1	194	5 668	20.00
Lerdo	ND	387	595	1 448	3	ND	2 433	8.60
Durango	673	398	9	135	5	176	1 396	4.90
Tepehuanes	31	65	655	8	ND	165	924	3.30
Pueblo Nuevo	10	275	6	20	ND	518	829	2.90
San Dimas	24	291	4	19	156	427	921	3.30
Nuevo Ideal	213	163	7	224	987	3	1 597	5.60
Tamazula	45	432	4	36	ND	49	566	2.00
Canatlán	338	173	5	17	5	26	564	2.00
Resto de municipios	1 490	2 002	68	417	9	479	4 465	15.80

*Millones de pesos a precios corrientes. ND: no disponible.
Fuente: INEGI 2012, SAGARPA 2013.

Condiciones de fragilidad económica

Las condiciones de fragilidad económica en los municipios se describen basándose en la diversidad de su producción económica sectorial, empleando sus valores agregados brutos por sector económico, el total del valor agregado bruto y la contribución porcentual a la economía de la entidad de cada uno de los municipios (figura 7) (INEGI 2013b, SAGARPA 2013). El nivel de desagregación por sector económico al nivel municipal (cuadro 7) y el énfasis otorgado a la descripción de la productividad del sector primario de los municipios del estado (cuadro 8), proporcionan una visión de conjunto de la economía de la entidad.

Para 2011 los municipios de Gómez Palacio, Lerdo y Mapimí integraban la región más estable económicamente en el estado, con grados de fragilidad económica muy bajos, acumulando en conjunto 55.3% (95 388.46 millones de pesos) de la producción bruta total.

La capital de la entidad presentaba también condiciones de fragilidad económica muy baja. Participaba en la economía con 34.2% de la producción bruta total (58 991.8 millones de pesos). Un dato relevante es que con este nivel menor de producción, proporcionaba empleo a un mayor número de personas, superando en este rubro a la economía lagunera (INEGI 2013a).

Las 35 economías municipales restantes son pequeñas, y en conjunto representan 10.4% de la producción bruta total; presentan diversidad en la disposición de recursos naturales y desigualdades en sus grados de su productividad tecnológica, en su productividad económica y en sus niveles de ingresos.

Con grado de fragilidad económica baja se encuentra un grupo de 11 municipios cuyas productividades económicas se encuentran en el rango de 500 a 2 200 millones de pesos: Guadalupe Victoria, Santiago Papasquiaro, Pueblo Nuevo, Nuevo Ideal, Canatlán, Vicente Guerrero, Tlahualilo, Tepehuanes, Cuencamé, Poanas y San Dimas. Se trata de municipios con economías diversificadas, caracterizadas por producciones crecientes en los sectores secundario y terciario, lo que les permite reducir cada vez más la tradicional dependencia de la producción primaria.

Con grado de fragilidad económica media se ubican 12 municipios: El Oro, Tamazula, Pánuco de Coronado, Rodeo, Ocampo, Nombre de Dios, San Juan del Río, Mezquital, Guanaceví, Peñón Blanco, Nazas y Canelas. Estas economías, que poseen valores agregados brutos

totales que van de 100 a 500 millones de pesos anuales, presentan un menor grado de diversificación económica, ya que sus productividades en los sectores primario y terciarios están aproximadamente equilibradas, en tanto que la productividad manufacturera es mucho más reducida.

En la parte baja están 12 municipios: Topia, Indé, Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, Súchil, Otáez, Santa Clara, Hidalgo, Coneto de Comonfort, San Bernardo, San Pedro del Gallo y San Luis del Cordero. Son economías municipales pequeñas, con valores agregados brutos totales inferiores a los 100 millones de pesos anuales, dependientes de la producción de su sector primario, que presentan productividades terciarias reducidas y en las que la producción manufacturera es prácticamente inexistente. La notable disminución en la diversificación económica y sus volúmenes de producción, implican una reducción de las capacidades de sus habitantes para absorber perturbaciones naturales, culturales, sociales, políticas y económicas, por lo que deben calificarse con grados altos de fragilidad económica.

El grupo de 12 municipios que posee grados de fragilidad altos, se caracteriza por ubicarse geográficamente en posiciones aisladas de los dos principales corredores económicos del estado. El primero se origina a partir del municipio de Durango, que corre hacia los municipios mineros y forestales de Pueblo Nuevo, San Dimas y Santiago Papasquiaro, localizados en la Sierra Madre Occidental, y el corredor económico dirigido a la región lagunera, representada por los municipios de Gómez Palacio y Lerdo, en cuyo intermedio se localizan los municipios de Cuencamé y Guadalupe Victoria. En el segundo, llamado corredor Durango-México, se localizan los municipios de Nombre de Dios y Vicente Guerrero.

Comparando las condiciones de fragilidad económica con los grados de marginación de los municipios del estado, establecidos por el CONAPO, se observa que, en su mayoría, los niveles de marginación social son menores que los niveles de fragilidad económica. De los cinco municipios con muy alto nivel de marginación —Mezquital, Canelas, Otáez, Tamazula y Topia (CONAPO 2011b)— sólo Otáez y Topia se incluyen en el grupo de economías con valores agregados brutos totales inferiores a los 100 millones de pesos anuales, con grados altos de fragilidad económica. Los municipios de Mezquital, Canelas y Tamazula califican con grados medios de fragilidad económica, debido a que sus economías presentan valores agregados brutos totales que van de 100 a 500 millones de pesos anuales.

CONAPO ha determinado que diez de los municipios con grados altos de fragilidad económica —Indé, Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, Súchil, Santa Clara, Hidalgo, Coneto de Comonfort, San Bernardo, San Pedro del Gallo y San Luis del Cordero— poseen grados de marginación medios (figura 4). Se trata de municipios con economías muy pequeñas, dependientes de sus producciones primarias con niveles muy bajos de diversificación productiva sectorial, en los que no obstante su población vive en condiciones sociales aceptables. Todos presentan tasas de crecimiento demográfico negativas (INEGI 2010b). El decrecimiento de la población tiene impactos positivos en el grado de bienestar de la población debido a los derivados de las remesas de la población emigrada a Estados Unidos de América (CONAPO 2011a).

RECOMENDACIONES

La participación económica de la entidad en el ámbito nacional, a la que contribuye con 1.21% del PIB nacional a precios básicos en 2012, lo ubica en la posición 25 del total de las entidades federativas. Este nivel del desarrollo económico contrasta con el hecho de que es el cuarto estado con mayor extensión territorial del país, con 123451.29 km^2. Durango presenta la segunda menor densidad de población de las entidades con 13.2 hab/km^2; con este grado bajo de apropiación territorial y poblacional enfrenta la responsabilidad del resguardo de los ecosistemas presentes en 6.3% de la superficie total del país.

La economía exhibe una estructura porcentual por grupos de actividades, con predominio de las actividades terciarias (comercio y servicios) con 54.7% del PIB, el sector secundario (industrial) con 36.5%, y el sector primario con 8.8%. No obstante el tamaño del sector primario, es éste el de mayor trascendencia en la economía nacional, al ubicarse entre los tres primeros lugares nacionales como productor forestal, de frijol y leche de bovino.

El escenario en el que ocurren las principales interacciones de los sistemas biofísicos con las actividades productivas primarias, está constituido por la mayor parte del territorio de la entidad, a excepción de las áreas urbanas. Los habitantes rurales son quienes usan el suelo, básicamente en actividades forestales, agropecuarias y de aprovechamiento y transformación de los minerales metálicos y no metálicos. La población

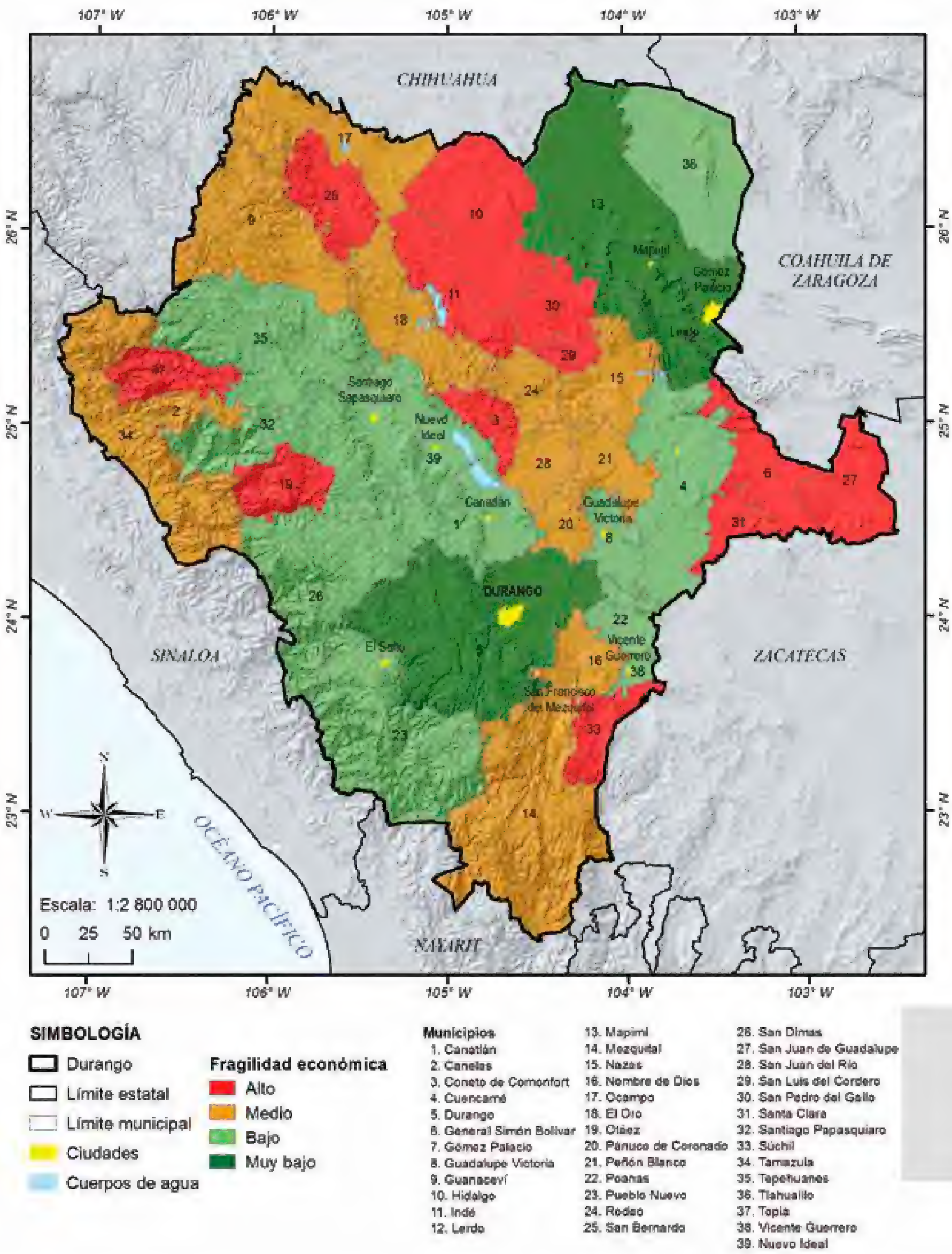


Figura 7. Grado de fragilidad económica jerarquizado de los municipios.

del campo mantiene la posesión social de más de 90% de los suelos territoriales; de esta condición surge la necesidad fundamental de considerar sus intereses y necesidades para establecer en forma concertada las modificaciones estructurales sociales y económicas, que permitan alcanzar el mejor desarrollo posible. Lo anterior puede suceder mediante el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad.

Las poblaciones rurales se encuentran altamente dispersas, lo que constituye un gran impedimento a la consecución de un modelo de ocupación del territorio estatal ordenado y sustentable. La población campesina del estado muestra una actitud productiva tradicionalista, de tendencia muy limitada hacia la diversificación; las actividades no agropecuarias y forestales apenas se presentan en el sector. Por otro lado, en la porción lagunera y del Valle del Guadiana, la producción agrícola es de subsistencia y escasamente mecanizada, a excepción de algunas áreas. Los cultivos de mayor productividad, como el maíz, el frijol y la avena forrajera, se ven afectados por la escasa disponibilidad del agua, la erosión y salinización del suelo, y la pérdida de fertilidad.

Las interacciones entre los subsistemas biofísicos del territorio estatal y la aplicación operativa de las políticas del desarrollo socioeconómico deben darse en condiciones de sustentabilidad. Para esto, la relación entre las capacidades de los ecosistemas locales para generar los servicios de aprovisionamiento, de regulación, culturales y de apoyo, con las actividades de aprovechamiento económico, habrán de realizarse en función de las tasas de renovación de los recursos naturales renovables, los ritmos de consumo e intensidad de uso de los recursos naturales no renovables, y la capacidad de asimilación de los vectores ambientales: aire, agua y suelo. Esto debe suceder en un contexto en el que las actividades productivas y sociales posean la mayor coherencia posible con las características del entorno natural.

La construcción de escenarios sustentables para el desarrollo socioeconómico de Durango debe basarse fundamentalmente en una planificación biofísica rigurosa. Metodológicamente sólo se puede alcanzar a través de la aplicación de las tres modalidades de la planificación: territorial, sectorial y urbana. El Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016 (GED 2011) y el Programa del Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (GED y SEMARNAT 2008) deben estar claramente vinculados, con el propósito de establecer de manera conjunta acciones efectivas en la consecución del bienestar humano, en interacción con el bienestar ecológico.

Las políticas de la planificación territorial establecidas en el POED tienen como propósito alcanzar una imagen-objeto para el desarrollo regional estatal, en la que esté presente una ocupación poblacional ordenada del territorio, vinculado a la localización geográfica y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, principalmente aquellos de mayor potencial productivo. En la imagen-objeto para el desarrollo regional, deben establecerse estrategias tendientes a la consecución de la sinergia productiva de los diferentes factores de la unidad territorial: físico-bióticos, ecológicos, social-demográficos, económico-productivos y urbano-regionales.

La inclusión reciente del producto interno neto ecológico al Sistema de Cuentas Nacionales, constituye un incentivo metodológico de aplicación en la evaluación de las externalidades derivadas del desarrollo económico y social del estado, con el propósito de identificar el impacto ambiental del quehacer económico y cuantificar el agotamiento de los recursos naturales y la degradación del medio ambiente, así como el gasto que la sociedad efectúa para resarcir los daños ambientales como consecuencia del proceso productivo de bienes y servicios. En la entidad se registran avances importantes en la atención de la agenda ambiental, en materia de servicios de agua potable y saneamiento, y de residuos sólidos urbanos.

El alcance de las condiciones de sostenibilidad del proceso del desarrollo de las actividades económicas muestra una serie de pendientes, entre los que se mencionan:

- El incremento al rubro del gasto en protección ambiental que permita proteger/restaurar el ambiente.
- La optimización y el control de la extracción anual de agua subterránea y superficial y los niveles de intensidad de aplicación en usos agrícola, público industrial y doméstico.
- La prevención que permita salvaguardar la producción agrícola de las condiciones de la sequía.
- Revertir los cambios en el uso del suelo, fundamentalmente el suelo de vocación forestal habilitado para los usos agrícolas y ganaderos. Medir los cambios en la capacidad productiva, la calidad ambiental y la sustentabilidad de las tierras.
- Controlar en las medidas posibles las degradaciones

del suelo: degradación hídrica, eólica, física y química y tierras afectadas por la desertificación, adecuar la intensidad de la producción de madera y proteger las especies en riesgo de extinción.

REFERENCIAS

CONAPO. Consejo Nacional de Población. 2000. Índices de desarrollo humano. En: <*http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/211/1/images/dh_Indices.pdf*>, última consulta: 4 de noviembre de 2013.

—. 2006. Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica. En: <*http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/ENADID_2006*>, última consulta: 3 de noviembre de 2013.

—. 2010. Índices de intensidad migratoria México-Estados Unidos 2010. En: <*http://www.conapo.gob.mx/swb/CONAPO/Indices_de_intensidad_migratoria_Mexico-Estados_Unidos_2010*>, última consulta: 3 de noviembre de 2013.

—. 2011a. Boletín. Migración, remesas y desarrollo. Año 6 (19). CONAPO, México.

—. 2011b. Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010. En: <*http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/mf2010/CapitulosPDF/Anexo%20B2.pdf*>, última consulta: 5 de noviembre de 2013.

—. 2012. Proyecciones de la población de México 2010-2050. En: <*http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones*>, última consulta: 2 de noviembre de 2013.

GED. Gobierno del Estado de Durango. 2011. Plan estatal de desarrollo 2011-2016. En: <*http://ped.durango.gob.mx/*>, última consulta: 11 de noviembre de 2012.

GED y SEMARNAT. Gobierno del Estado de Durango y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Ordenamiento ecológico del estado de Durango. Abril 2008, inédito.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1992. Anuario Estadístico del Estado de Durango. En: <*http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/anuario_est/dgo/1992/AEED92II.pdf*>, última consulta: 24 de septiembre de 2014.

—. 1995. Conteo de población y vivienda 1995. En: <*http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter1995.aspx?c=27438&s=est*>, última consulta: 2 de noviembre de 2013.

—. 2000. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. INEGI, México.

—. 2005. II Conteo de Población y Vivienda 2005. INEGI, México.

—. 2010a. Principales resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, Durango. En: <*http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/princi_result/dgo/10_principales_resultados_cpv2010-2.pdf*>, última consulta: 11 de junio de 2013.

—. 2010b. Censo de población y vivienda 2010. Principales resultados por localidad (ITER). En: <*http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx*>, última consulta: 11 de junio de 2013.

—. 2010c. Encuesta nacional de la dinámica demográfica. En: <*http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos /censos/poblacion/2010/princi_result/dgo/10_principales _resultados_cpv2010-2.pdf*>, última consulta: 4 de noviembre de 2013.

—. 2010d. Panorama sociodemográfico de México. INEGI, Aguascalientes.

—. 2011. Perspectiva estadística Durango. INEGI, México.

—. 2012. Anuario estadístico del estado de Durango. En: <*http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc= 702825053581*>, última consulta: 10 de octubre de 2014.

—. 2013a. México en cifras. Información nacional por entidad federativa y municipios. En: <*http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/*>, última consulta: 2 de noviembre de 2013.

—. 2013b. Sistema de cuentas nacionales de México. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/scn/*>, última consulta: 5 de noviembre de 2013.

—. 2013c. Encuesta nacional de ocupación y empleo. Boletín de prensa 461. INEGI, México.

—. 2014a. México en cifras. Información nacional por entidad federativa y municipios. En: <*http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=10*>, última consulta: 3 de septiembre de 2014.

—. 2014b. Cuéntame. Información por entidad. Durango. En: <*http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/Dur/Territorio/default.aspx?tema=ME&e=10*>, última consulta: 10 de octubre de 2014.

—. 2014c. PIB y cuentas nacionales. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/*>, última consulta: 10 de octubre de 2014.

IMCO. Instituto Mexicano para la Competitividad. 2012. Índice de competitividad estatal 2012. En: <*http://imco.org.mx/indice_de_competitividad_estatal_2012/*>, última consulta: 6 de noviembre de 2013.

PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2012. El índice de desarrollo humano en México: cambios metodológicos e información para las entidades federativas en México. En: <*http://www.cinu.mx/minisitio/indice_de_desarrollo/El_IDH_en_Mexico.pdf*>, última consulta: 11 de junio de 2014.

—. 2014a. Informe sobre desarrollo humano. Sostener el progreso humano: reducir vulnerabilidades y construir resiliencia. En: <*http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14-report-es.pdf*>, última consulta: 12 de enero de 2016.

—. 2014b. Índice de desarrollo humano municipal en México: nueva metodología. En: <*http://www.mx.undp.org/content/dam/mexico/docs/Publicaciones/PublicacionesReduccionPobreza/InformesDesarrolloHumano/UNDP-MX-PovRed-IDHmunicipalMexico-032014.pdf*>, última consulta: 12de enero de 2016.

Sarabia. A. 1978. *Apuntes para la historia de la Nueva Vizcaya.* UNAM, México.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2013. Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (SNIDRUS). SAGARPA, México.

SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social. 2013. Avances y retos de la política social. Boletín especial sobre los resultados de la medición de la pobreza 2012. Año 2(60). SEDESOL, México.

SEP. Secretaría de Educación Pública. 2014. Sistema educativo de los Estados Unidos Mexicanos. Principales cifras, ciclo escolar 2012-2013. En: <*http://fs.planeacion.sep.gob.mx/estadistica_e_indicadores/principales_cifras/principales_cifras_2012_2013.pdf*>, última consulta: 13 de octubre de 2014.

Contexto jurídico ambiental

1 Marco jurídico ambiental federal

2 Marco jurídico ambiental estatal y municipal

Resumen ejecutivo

José Elías Chacón de la Cruz
y Brenda Fabiola Chávez Bermúdez

La sección está integrada por dos capítulos en donde se presenta una revisión de las principales disposiciones jurídicas de los órdenes federal, estatal y municipal que tienen aplicación en la gestión de la biodiversidad[1] para Durango.

MARCO JURÍDICO AMBIENTAL FEDERAL

El capítulo inicia con un análisis sobre la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, refiriendo los artículos que tienen relevancia en el tema de protección de la biodiversidad, entre ellos el artículo 4, que refiere el derecho a un medio ambiente sano, y el 27, que trata sobre la propiedad de la tierra y de las aguas, donde se establecen elementos para la conservación de los recursos naturales, así como para la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

En cuanto a la legislación federal, de aplicación en todo el territorio nacional en materia ambiental, se abordan siete leyes por considerarse las más importantes debido a que regulan el aprovechamiento de diferentes recursos naturales: la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General de Vida Silvestre, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley de Aguas Nacionales, Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y Ley General de Cambio Climático.

Se presenta un conjunto de 29 normas oficiales mexicanas que establecen límites y criterios para el aprovechamiento de especies y sus derivados, la prevención del impacto ambiental, la prevención de contaminación de ecosistemas, el control fitosanitario forestal y la identificación de especies prioritarias para la conservación.

Finalmente, se identifican 28 instrumentos aplicables en el estado para la gestión de la biodiversidad en materia de protección, conservación, contingencias y restauración de ecosistemas. Estas incluyen desde disposiciones marcadamente restrictivas, como la delimitación de zonas libres de organismos genéticamente modificados, hasta los esquemas más abiertos a los usos consuntivos, como las UMA o los programas de manejo forestal.

MARCO JURÍDICO AMBIENTAL ESTATAL Y MUNICIPAL

Se muestra la legislación con la que cuenta el estado y el municipio de Durango para la protección de la biodiversidad y regulación de las actividades que pudieran afectarlos. En el estado, la Constitución estatal contempla diversos artículos relacionados con el cuidado del medio ambiente; entre ellos, el 26 trata específicamente el derecho a un medio ambiente, utilizando el calificativo de "adecuado" (que anteriormente establecía la

1 La biodiversidad se define jurídicamente en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Chacón de la Cruz, J.E. y B.F. Chávez Bermúdez. 2017. Resumen ejecutivo. Contexto jurídico ambiental. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 93-94.

Constitución), y estableciendo también la obligación de conservarlo, el deber de las autoridades estatales y municipales de promover el uso de tecnologías limpias y energías alternativas, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la recuperación de los espacios naturales degradados, así como la obligación de quien cause daño al ambiente de restaurar el ecosistema dañado e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

En cuanto a la legislación estatal, se aborda la Ley de Gestión Ambiental Sustentable, Ley de Desarrollo Forestal Sustentable y Ley de Agua. El estado cuenta con 39 municipios, en este ámbito tienen aplicación tanto las leyes federales como estatales. En este sentido, los municipios pueden incluir la protección al ambiente en el bando de policía y buen gobierno, o establecer alguna ley o reglamento que específicamente trate de cuestiones ambientales.

En el estado, los municipios que cuentan con algún reglamento específico en materia ambiental son: Canatlán, con el Reglamento de Protección Ambiental y Ecología; Durango, con el Reglamento de Protección Ambiental; Gómez Palacio, con el Reglamento de Desarrollo Sustentable y Protección al Ambiente; Lerdo, con su Reglamento de Protección al Medio Ambiente; y Ocampo, con el Reglamento de Protección a los Animales.

Cabe mencionar la próxima publicación de un reglamento regional para los municipios de Santiago Papasquiaro, Nuevo Ideal, Coneto de Comonfort, San Juan del Río y El Oro, cuyo objetivo será regular la protección de la laguna de Santiaguillo (sitio Ramsar). En este punto, lo deseable es que cada municipio cuente con un reglamento sobre protección ambiental, en virtud de que es el ámbito de gobierno inmediato y más cercano con la población. Por otro lado, la legislación ambiental federal contiene una amplia variedad de instrumentos para el manejo de la biodiversidad; sin embargo, su aplicación no es aún común en el estado, ya sea por desconocimiento, o bien porque los procesos para su gestión no están claramente establecidos.

Marco jurídico ambiental federal

José Elías Chacón de la Cruz

INTRODUCCIÓN

En el orden federal, la protección de la biodiversidad se aborda desde la visión de distintos sectores. Su legislación incluye aspectos tan variados que van desde la protección de la variabilidad genética, hasta la relación de la biodiversidad con las actividades productivas potencialmente nocivas para el ambiente. En esta sección se presenta una revisión de las principales leyes que inciden directamente sobre la gestión para la protección, y transversalmente, en la ejecución de las actividades para el aprovechamiento de sus recursos por parte de los sectores forestal, ganadero, agrícola, acuícola y cinegético, entre otros. Debe recalcarse que las leyes relativas a temas como la educación ambiental, el desarrollo rural, entre otras, si bien no se abordan por no tener un efecto directo, sí pueden contribuir a la gestión integral de la biodiversidad.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)

La biodiversidad se define jurídicamente en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) como "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas" (SEDUE 1988). Su protección se fundamenta en primera instancia en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), mediante el artículo 4, el cual instituye el derecho de las personas a tener un medio ambiente adecuado para su desarrollo. De la misma forma, en su artículo 27, se establece que los recursos naturales y el equilibrio ecológico son bienes del dominio público que pueden ser transferidos a los particulares mediante el régimen de propiedad privada (Congreso de la Unión 1917).

En el marco normativo nacional, la LGEEPA ocupa el nivel jerárquico más alto en la gestión y protección de la biodiversidad. En su carácter de ley marco, distribuye las competencias en materia de gestión y vigilancia hacia los estados y municipios, reservando a la federación la regulación de aspectos estratégicos, como la expedición de normas oficiales mexicanas (NOM), las actividades riesgosas para los ecosistemas, el decreto y administración de áreas naturales protegidas (ANP) federales, la aplicación del ordenamiento ecológico general del territorio, el ordenamiento ecológico en regiones interestatales o en aquellas que incluyan ANP federales, la evaluación del impacto ambiental (EIA) de actividades reservadas, así como el uso sustentable y la preservación de la biodiversidad, entre otros. Así, las bases para la actuación del gobierno federal en materia de biodiversidad, de acuerdo con las disposiciones de la LGEEPA, aparecen en sus reglamentos de áreas naturales protegidas, de ordenamiento ecológico y de impacto ambiental, principalmente.

Subordinadas a la LGEEPA, existen las leyes sectoriales y sus reglamentos, que regulan el aprovechamiento de diferentes recursos naturales. En este sentido, las más importantes son la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), la Ley de Aguas Nacionales (LAN), la Ley de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM) y la Ley de Pesca y Acuacultura Sustentables (LPAS). Todas ellas permiten la propuesta y emisión de las NOM que particularizan sobre protocolos a seguir en cada materia, de acuerdo con los términos de la Ley Federal de Metrología y Normalización (cuadro 1).

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)

Entre las disposiciones de la LGVS, es relevante el derecho de los particulares a aprovechar la fauna silvestre, siempre que cumplan con objetivos de protección, mantenimiento, restauración y sustentabilidad bajo el

Chacón de la Cruz, J.E. 2017. Marco jurídico ambiental federal. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 95-104.

esquema de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). Igualmente crea las figuras de hábitat crítico y áreas de refugio para proteger especies acuáticas, las cuales son casi equivalentes a las ANP. Otra función importante es el control de las poblaciones ferales que comprometan la viabilidad de las especies nativas (SEMARNAT 2000).

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS)

Por su parte, la LGDFS regula el aprovechamiento y conservación de los recursos forestales, ya sea mediante la autorización de planes de manejo forestal (PMF) en el caso de especies maderables, o bien, de avisos cuando se trata de especies no maderables. En los PMF destaca la segregación de zonas para el desarrollo de la fauna, los márgenes de las corrientes y las áreas que por su pendiente se consideran frágiles. Asimismo, regula los cambios de uso del suelo en ambientes forestales, establece las bases para el ordenamiento forestal, la prevención y el combate de incendios y el pago por servicios ambientales (PSA) (SEMARNAT 2003).

LEY DE AGUAS NACIONALES (LAN)

No obstante que la LAN se enfoca a la administración del agua, se reconoce a este recurso como un elemento importante para la conservación y prevención de daños a los ecosistemas. En la LAN se instituye el manejo de cuencas hidrológicas, así como las figuras de zonas de veda, zonas de reserva y rescate de concesiones. De especial importancia por su estrecha relación con la conservación de ecosistemas acuáticos, son la delimitación e inventario de humedales, la propuesta de NOM para su protección y especialmente la introducción del concepto "uso ambiental o de conservación ecológica del agua" en la planeación hídrica para asegurar un flujo de agua adecuado en los cuerpos y corrientes nacionales (SARH 1992).

LEY DE BIOSEGURIDAD Y ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS (LBOGM)

La protección de la diversidad genética es el objeto de la LBOGM. En ella se asientan las bases para regular la liberación comercial, experimental y piloto de organismos genéticamente modificados (OGM). Adicionalmente, crea las figuras de zonas libres de OGM, centros de origen y centros de diversidad genética, en las cuales no deben realizarse liberaciones de éstos. Por otra parte, si estas figuras se encuentran dentro de un ANP, se requiere la adecuación de su plan de manejo (SS 2005).

LEY GENERAL DE PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES (LPAS)

En la LPAS, las atribuciones con repercusión sobre la biodiversidad son el establecimiento de volúmenes y tallas de pesca, la delimitación de zonas y épocas de veda, la regulación de zonas de refugio, la delimitación de zonas de captura y el ordenamiento pesquero. De acuerdo con esta ley, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), deben emitir recomendaciones sobre los volúmenes y permisos en ANP, promover áreas de protección en áreas interiores y dictar medidas para la protección de quelonios y especies acuáticas con prioridad de conservación (SAGARPA 2007a).

LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (LGCC)

De reciente creación, la LGCC tiene como objeto definir la política nacional de mitigación y adaptación al cambio climático; considera los efectos del calentamiento global sobre la conservación, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas. Igualmente, busca reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas ante el cambio climático, en especial en regiones de alta montaña, semiáridas y desérticas, con énfasis en la protección de sus recursos forestales y suelos (SEMARNAT 2012).

ORDENAMIENTOS CON FUNCIONES COMPLEMENTARIAS

La Ley Minera faculta al Servicio Geológico Mexicano (SGM) a formar parte del Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas, y además señala que las obras mineras dentro de las ANP sólo pueden ser ejecutadas con la autorización de la institución que tenga a su cargo el manejo del área (SEMIP 1992). La Ley Federal de Sanidad Animal (LFSA) instituye la coordinación entre la SEMARNAT y la SAGARPA para la aplicación de medidas zoosanitarias en la fauna silvestre (SAGARPA 2007b), mientras que la Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH) se remite a los criterios de regulación ambiental de los asentamientos, señalados en el artículo 23 de la LGEEPA, siendo los más importantes la observancia del ordenamiento ecológico, la restricción de la suburbanización extensiva y la preservación de áreas con valor ambiental (SEDESOL 1993).

Cuadro 1. Lista de normas oficiales mexicanas (NOM) aplicables en la conservación, protección y uso de la biodiversidad

Ámbito de aplicación	Clave de la norma	Objeto de la norma
Criterios de aprovechamiento, transporte y almacenamiento de especies y sus productos	NOM-027-SEMARNAT-1996	Extracción de tierra de monte
	NOM-028-SEMARNAT-1996	Aprovechamiento de raíces y rizomas de vegetación forestal
	NOM-005-SEMARNAT-1997	Aprovechamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal
	NOM-007-SEMARNAT-1997	Aprovechamiento de ramas, hojas, pencas, flores, frutos y semillas
	NOM-008-SEMARNAT-1997	Aprovechamiento de cogollos
	NOM-010-SEMARNAT-1996	Aprovechamiento de hongos
	NOM-011-SEMARNAT-1996	Aprovechamiento de musgo, heno y doradilla
	NOM-012-SEMARNAT-1996	Extracción de leña para uso doméstico
	NOM-018-SEMARNAT-1999	Aprovechamiento de candelilla y cerote
	NOM-026-SEMARNAT-2005	Aprovechamiento comercial de resina de pino
	NOM-126-SEMARNAT-2000	Colecta científica
	NOM-152-SEMARNAT-2006	Contenido de los planes de manejo forestal
Mitigación del impacto ambiental	NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007	Especificaciones técnicas para el uso del fuego en terrenos forestales
	NOM-020-SEMARNAT-2001	Restauración de terrenos forestales de pastoreo
	NOM-060-SEMARNAT-1994	Efectos en suelos y cuerpos de agua por aprovechamiento forestal
	NOM-061-SEMARNAT-1994	Efectos sobre flora y fauna por aprovechamiento forestal
	NOM-062-SEMARNAT-1994	Efectos adversos sobre la biodiversidad por cambio de uso del suelo forestal a pecuario
	NOM-120-SEMARNAT-2011	Protección de vegetación contra actividades mineras en climas secos y templados
Prevención de la contaminación de los ecosistemas	NOM-001-SEMARNAT-1996	Descarga de aguas residuales en aguas nacionales
	NOM-055-SEMARNAT-2003	Confinamiento de residuos peligrosos
	NOM-083-SEMARNAT-2003	Disposición de residuos sólidos urbanos y de manejo especial
	NOM-141-SEMARNAT-2003	Construcción y operación de presas de jales
	NOM-155-SEMARNAT-2007	Protección ambiental contra lixiviación de minerales de oro y plata
	NOM-159-SEMARNAT-2011	Protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre
Control fitosanitario de especies forestales	NOM-013-SEMARNAT-2010	Importación de *Pinus*, *Abies* y *Pseudotsuga*
	NOM-019-SEMARNAT-2006	Combate y control descortezadores
	NOM-142-SEMARNAT-2003	Control del psílido *Glycaspis brimblecombei* del eucalipto
	NOM-144-SEMARNAT-2004	Medidas fitosanitarias para embalaje de madera
Identificación de especies con prioridad de conservación	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lista de especies en riesgo y criterios para su incorporación en la lista

Fuente: elaboración propia.

La distribución de competencias en materia de biodiversidad se aplica tanto en las leyes ambientales generales como en las sectoriales (cuadro 2). Se faculta al gobierno estatal en la declaración y administración de ANP que no pertenezcan a las categorías de jurisdicción federal, la prevención y control de la contaminación de aguas de jurisdicción estatal y de las aguas nacionales asignadas, la formulación y seguimiento del ordenamiento ecológico regional y local, la vigilancia de ciertas NOM y la EIA para las actividades no reservadas a la federación. Asimismo, los municipios tienen la facultad de vigilar la contaminación de las aguas nacionales asignadas, de formular, expedir y vigilar el ordenamiento ecológico local (OEL), vigilar ciertas NOM, así como formular y ejecutar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

Otras leyes cuya vigilancia no es competencia de las instituciones del sector medioambiental, consideran también la preservación de los recursos naturales. De esta forma, en el orden federal, las disposiciones legales para la producción orgánica, el turismo y el desarrollo rural, establecen condiciones al desarrollo de estos sectores, en beneficio de la conservación de la biodiversidad.

Mediante convenios o acuerdos, la federación puede transferir al estado y a sus municipios facultades como la administración de ANP federales, la EIA de algunas actividades reservadas a la federación, la protección de la flora, la fauna y los recursos forestales, así como la preservación de la zona federal en los cuerpos de agua nacionales. Otras atribuciones de competencia federal que pueden ser asumidas por el estado y sus municipios por esta vía se listan en el cuadro 3.

CONCLUSIÓN

En términos generales, el marcado carácter sectorial de la legislación ambiental federal señalado por Gutiérrez-Nájera (1998), por sí mismo puede representar un obstáculo para enfrentar problemas complejos, como la pérdida de especies y su hábitat.

Las distintas leyes ambientales contienen elementos que esbozan el concepto de "medio ambiente adecuado", pero en su artículo 4, la CPEUM presenta una definición considerada ya sea como ambigua por Carmona (2000), al tratarse de una cualidad difícil de evaluar, o bien como insuficiente y antropocéntrica al estar centrada en los intereses puramente humanos (Cifuentes y Cifuentes-López 2012). Por otra parte, la definición de biodiversidad plasmada en la LGEEPA incluye correctamente la diversidad de genes, especies y ecosistemas; sin embargo, es el nivel de especies el que ha sido abordado conceptualmente de forma más amplia y explícita en leyes como la LGEEPA, la LGVS, la LGDFS o la LPAS, seguido por el nivel de genes en la LBOGM y los ecosistemas en leyes como la LAN. Por otro lado, existen inconsistencias como el reconocimiento de las poblaciones ferales y especies exóticas en vida libre en la LGEEPA, la LGVS y la LGAS como parte de la fauna silvestre y, por lo tanto, de la biodiversidad (SEMARNAT 2000, Congreso del Estado 2010), aun cuando se sabe que representan una amenaza para los ecosistemas nativos, como se documenta en Álvarez-Romero *et al.* (2008).

La legislación actual ha creado una variedad de instrumentos para la gestión de la biodiversidad. La normatividad federal es especialmente abundante en ellas y tanto el estado como sus municipios disponen también de algunas figuras equivalentes en el ámbito de su competencia (cuadro 4).

La mayor parte de ellas no han sido implementadas aún, siendo las ANP, las áreas con PSA y las UMA, los instrumentos con mayor cobertura en la entidad. Sin embargo, su aplicación tiene aún debilidades; por ejemplo, las áreas decretadas como zonas protectoras forestales (SAGA 1949), no se consideraban ANP de acuerdo con la LGEEPA desde 1988, pero fueron reclasificadas como tales bajo la categoría de áreas de protección de los recursos naturales (SEMARNAT 2002). Esto plantea un problema potencial, ya que siguen vigentes las fuertes restricciones para el uso de los recursos indicadas en el decreto original, las cuales fueron formuladas antes de la aparición de la normatividad ambiental actual, en un contexto social diferente. La efectividad de las UMA en el estado no ha sido probada aún y la mayor parte de sus planes de manejo tienen objetivos y evaluaciones poblacionales imprecisas (Schroeder *et al.* 2009).

Otras figuras instituidas en la legislación carecen de una descripción apropiada, lo que dificulta su aplicación; por ejemplo, en la LPAS no se explica el régimen de protección para las zonas de refugio de especies pesqueras.

La Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH) y la Ley General de Desarrollo Urbano para el estado de Durango disponen que los planes de desarrollo urbano (PDU) deben considerar los criterios generales de regulación establecidos en el artículo 23 de la LGEEPA. No obstante, estos instrumentos pueden entrar en disputa con el ordenamiento ecológico (OE) al ocupar territorios con aptitud diferente al uso urbano, debido a que se desarrollan desde conceptos, normatividad y autoridades diferentes.

Cuadro 2. Distribución de competencias en materia de conservación, protección y uso de la biodiversidad

Materia	Federación	Estado	Municipios
Áreas naturales protegidas	Decreto y administración de ANP de categorías reservadas a la federación	Decreto y administración de ANP de categorías reservadas a los estados	Decreto y administración de zonas de preservación de los centros de población
Bienes y servicios ambientales	Formulación de métodos para la valoración de los SA	Promoción de mercados locales de SA	
	Establece instrumentos para promover los mercados de SA	Inventario de bienes y SA	
Ordenamiento ecológico	Decreto y seguimiento del ordenamiento ecológico general del territorio	Decreto y seguimiento del OE estatal	Decreto y seguimiento del OE municipal
	Decreto y seguimiento de ordenamientos ecológicos regionales interestatales	Decreto y seguimiento de OE intermunicipales	
	Decreto y seguimiento de ordenamientos ecológicos regionales y locales cuando se involucra un ANP federal		
Vida silvestre	Decretos de hábitat crítico para la fauna silvestre	Definición de la política estatal en materia de vida silvestre	
	Decretos de zonas de refugio para especies silvestres acuáticas	Manejo de poblaciones ferales	
	Dictaminación y autorización de planes de manejo de fauna y regulación de la caza en UMA	Asesoría y capacitación de usuarios y productores	
	Declaración de vedas en fauna silvestre		
	Control de especies de fauna perjudicial		

Cuadro 2. Continuación

Materia	Federación	Estado	Municipios
Recursos forestales	Dictaminación y autorización de programas de manejo forestal	Definición de la política forestal estatal	Definición de la política forestal municipal
	Zonificación de unidades de manejo forestal	Asesoría y capacitación a productores	Participación en la zonificación forestal estatal
	Dictaminación de cambios de uso de suelo en ambientes forestales		
	Prevención y combate de incendios	Prevención y combate de incendios	Participación en la prevención y combate de incendios
		Participación en la elaboración de programas forestales regionales	Participación en la planeación y ejecución de la restauración de bienes y servicios ambientales
	Inventario nacional forestal y de suelos	Elaboración del inventario estatal forestal y de suelos	
		Elaboración de recomendaciones a la federación para el establecimiento de vedas forestales	
Ecosistemas acuáticos	Delimitación e inventario de humedales	Establecimiento y suspensión de vedas	Aprovechamiento sustentable y control de la contaminación de aguas de jurisdicción municipal y aguas federales asignadas
	Delimitación de zonas de reserva en cuencas o acuíferos	Prevención y control de la contaminación de aguas de jurisdicción estatal	
	Decretos de uso ambiental del agua o gasto ecológico		
	Títulos de concesión de aguas		
	Títulos de descarga en aguas federales		
	Declaración de zonas de veda hídrica		
	Rescate de concesiones		

Cuadro 2. Continuación

Materia	Federación	Estado	Municipios
Organismos genéticamente modificados	Delimitación de centros de origen y de diversidad genética		
	Delimitación de zonas libres de organismos genéticamente modificados		
	Permisos de liberación experimental de OGM		
	Permisos de liberación piloto de OGM		
	Permisos de liberación comercial de OGM		
	Evaluación del riesgo por OGM		
Manejo de pastizales	Establecimiento de criterios para asignar la carga animal	Estudios para el manejo sustentable de agostaderos	
Impacto ambiental	Evaluación de actividades y proyectos reservados a la federación	Evaluación de proyectos reservados al estado	
	Evaluación de proyectos que implican cambios de uso del suelo	Solicitudes de revocación de autorización para cambios de uso del suelo	
Sanidad vegetal	Instrumentación del dispositivo nacional de emergencia de sanidad vegetal en contingencias sanitarias que afecten a los ecosistemas forestales		
Sanidad animal	Aplicación de medidas zoosanitarias para enfermedades que afecten a poblaciones silvestres		
Cambio climático	Formulación de la estrategia nacional de cambio climático	Formulación del programa estatal de acción ante el cambio climático	Instrumentación de acciones de adaptación y mitigación ante el cambio climático en materia de ordenamiento ecológico local y recursos naturales de su competencia
	Instrumentación de acciones de adaptación y mitigación ante el cambio climático en materia de preservación y aprovechamiento de recursos naturales	Instrumentación de acciones de adaptación y mitigación ante el cambio climático en materia de preservación y aprovechamiento de ecosistemas, recursos naturales y ordenamiento territorial de asentamientos	

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 3. Atribuciones de competencia federal que pueden ser transferidas al estado y municipios mediante convenios o acuerdos

Ley	Artículo	Facultades
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	24	Prevención y combate de incendios forestales
		Inspección y vigilancia forestal
		Control de plagas y enfermedades forestales
		Cambio de uso del suelo en terrenos forestales
		Dictamen y autorización de planes de manejo forestal
		Evaluación del impacto ambiental de actividades forestales
Ley de Gestión de Residuos (LGR)	12 y 13	Control de residuos peligrosos sujetos a un plan de manejo
		Autorización de microgeneradores de residuos peligrosos
Ley de Aguas Nacionales (LAN)	15 bis	Formulación de programas hídricos en coordinación con organismos de cuenca
Ley de Pesca y Acuacultura Sustentables (LPAS)	11	Permisos de pesca deportiva y recreativa
		Ordenamiento territorial y sanidad de los desarrollos acuícolas
Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM)	25	Monitoreo de riesgos por liberación de OGM
		Vigilancia del cumplimiento de la LBOGM
Ley General de Vida Silvestre (LGVS)	11	Autorización y supervisión de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre
		Control de poblaciones silvestres perjudiciales
		Aplicación de medidas sanitarias a la vida silvestre
		Aplicación de medidas relativas a hábitat críticos y áreas de refugio de especies acuáticas
		Promoción del trato digno a la vida silvestre
		Liberación de ejemplares silvestres, regulación de la caza y servicios relacionados
		Promover el desarrollo de mercados estatales de vida silvestre
		Promoción de proyectos de educación, capacitación e investigación sobre la vida silvestre
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	11	Administración de ANP federales
		Evaluación del impacto ambiental de actividades no reservadas a la federación
		Preservación de flora, fauna, suelo y recursos forestales
		Preservación de la zona federal en cuerpos de agua nacionales
		Inspección y vigilancia del cumplimiento de la LGEEPA

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4. Instrumentos para la gestión de la biodiversidad aplicables en la entidad

Objetivo principal	Instrumento	Ley	Artículos
Protección	Decretos de áreas naturales protegidas federales	LGEEPA	44 a 77 bis
	Decretos de áreas naturales protegidas estatales	LGAS	41 a 53
	Decretos de áreas de protección de competencia municipal	Reglamentos municipales	38 a 45 en Canatlán, 27 a 40 en Durango, 31 a 44 en Gómez Palacio, 111 a 116 en Lerdo
	Zonificación de unidades de manejo forestal	LGDFS	112
	Identificación de áreas aptas para protección en OE	LGEEPA/LGAS	19 a 20 bis 7/11 a 13
	Decretos de hábitat crítico para la fauna silvestre	LGVS	63 y 64
	Decretos de zonas de refugio para especies silvestres acuáticas	LGVS	65 a 69
	Delimitación de centros de origen y de diversidad genética	LBOGM	86 a 88
	Delimitación de zonas libres de organismos genéticamente modificados	LBOGM	90
	Delimitación de humedales	LAN	86 bis 1
	Delimitación de zonas de reserva en cuencas o acuíferos	LAN/LA	38 a 43/216 a 224
	Decretos de uso ambiental del agua o gasto ecológico	LAN	15
Conservación	Retribución y compensación por servicios ambientales	LGDFS/LEDFS/LGVS	138, 141/63/20
	Planes de manejo de fauna y regulación de la caza en UMA	LGVS	9, 18 y 39 a 47
	Programas de manejo forestal	LGDFS/LEDFS	73 a 100/
	Estudios de manejo de agostaderos	LGAN/LPAZ/LEDFS	149 a 16/8/62
	Dictaminación del impacto ambiental	LGEEPA/LGAS	28 a 35 bis 3/17 a 23
	Títulos de concesión de aguas	LAN/LA	20 a 25
	Títulos de descarga de aguas residuales	LAN/LA	20 a 25/234
	Permisos de liberación experimental de OGM	LBOGM	42 a 49, 66
	Permisos de liberación piloto de OGM	LBOGM	50 a 54, 66
	Permisos de liberación comercial de OGM	LBOGM	55 a 59, 66
	Evaluación del riesgo por OGM	LBOGM	60 a 65
Manejo de contingencias	Declaración de zonas de veda hídrica	LAN/LA	38 a 43/216 a 219
	Rescate de concesiones	LAN/LA	29 bis 3
	Declaración de vedas en poblaciones de fauna silvestre	LGVS	71
	Control de especies de fauna perjudicial	LGVS	72
Restauración	Declaratoria de zonas de restauración ecológica	LGEEPA/LGAS	78 a 78 bis 1/54

Acrónimos de leyes estatales: LA: Ley de Agua para el Estado de Durango; LGAS: Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango; LPAZ: Ley que Regula el Aprovechamiento Técnico de Pastizales.
Fuente: elaboración propia.

Los PDU son implementados por el estado y los municipios con base en la LGAH y la LGDU, mientras que el OE se fundamenta en la LGEEPA y su reglamento en la materia. Por otra parte, el proceso de formulación del OE apela al rigor científico, a la participación pública y la transparencia, mientras que los PDU pueden elaborarse sin soporte científico.

REFERENCIAS

Álvarez-Romero, J.G., R.A. Medellín, A. Oliveras de Ita *et al.* 2008. *Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad.* CONABIO/Instituto de Ecología-UNAM/SEMARNAT, México.

Congreso de la Unión. 1917. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada el 5 de febrero de 1917 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 10 de julio de 2015.

Congreso del Estado. 2010. Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango. Publicada el 24 de junio de 2010 en el Periódico Oficial del Estado. Última reforma publicada el 16 de noviembre de 2014.

Carmona, M.C. 2000. *Derechos en relación con el medio ambiente.* Cámara de Diputados LVIII Legislatura/UNAM, México.

Cifuentes, M. y S. Cifuentes-López. 2012. El derecho constitucional a un medio ambiente adecuado en México. Revista electrónica de derecho ambiental Número 3. En: <*http://huespedes.cica.es/aliens/gimadus/04/MEDIO_AMBIENTE_M%c9XICO.htm*>, última consulta: 25 de septiembre de 2012.

Gutiérrez-Nájera, R. 1998. *Introducción al estudio del derecho ambiental.* Editorial Porrúa, México.

SAGA. Secretaría de Agricultura y Ganadería. 1949. Decreto que declara zonas protectoras forestales y de repoblación las cuencas de alimentación de las obras de irrigación de los distritos nacionales de riego, y se establece una veda total e indefinida en los montes ubicados dentro de dichas cuencas. Publicado el 3 de agosto de 1949 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2007a. Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. Publicada el 24 de julio de 2007 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 4 de junio de 2015.

—. 2007b. Ley Federal de Sanidad Animal. Publicada el 25 de julio de 2007 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 7 de junio de 2012.

SARH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1992. Ley de Aguas Nacionales. Publicada el 1 de diciembre de 1992 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 24 de marzo de 2016.

Schroeder, R.L., R.A. Medellín, O. Ramírez Flores y A. Rojo Curiel. 2009. La importancia de los objetivos de hábitat en los planes de manejo de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). *Investigación ambiental* 2:136-142.

SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social. 1993. Ley General de Asentamientos Humanos. Publicada el 21 de julio de 1993 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 24 de enero de 2014.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 19 de diciembre de 2016.

—. 2002. Acuerdo por el que se recategorizan como áreas de protección de recursos naturales, los territorios a que se refiere el Decreto Presidencial de fecha 8 de junio de 1949, publicado el 3 de agosto del mismo año. Publicado el 7 de noviembre de 2002 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

—. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicada el 25 de febrero de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 10 de mayo de 2016.

—. 2012. Ley General de Cambio Climático. Publicada el 6 de junio de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 1 de junio de 2016.

SEMIP. Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal. 1992. Ley Minera. Publicada el 26 de junio de 1992 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 11 de agosto de 2014.

SS. Secretaría de Salud. 2005. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Publicada el 18 de marzo de 2005 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Marco jurídico ambiental estatal y municipal

Brenda Fabiola Chávez Bermúdez

INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene como propósito mostrar al lector las diversas leyes con que cuenta Durango para la protección de su diversidad biológica. Dentro del mismo, se realiza un análisis de este conjunto de normas específicas sobre biodiversidad, donde se identifican las bondades y áreas de oportunidad para mejorarlas, todo con el fin de lograr un marco jurídico adecuado que permita la protección oportuna de la riqueza natural de la entidad.

La entidad posee cifras importantes de diversidad biológica, por lo que se requiere de una protección especial y empatarla con un desarrollo económico sostenible, a través de la legislación adecuada y políticas públicas eficientes. Asimismo, requiere de un banco de datos sobre la biodiversidad existente en el territorio que permita conocer y ubicar las especies, sus posibles riesgos y peligros, no sólo para actuar en la reparación de los daños, sino para prevenirlos.

Para ello, se realiza un análisis que va de lo general a lo particular, refiriendo en primer lugar los artículos de la Constitución federal que establecen un medio ambiente sano como un derecho fundamental, para luego seguir con la legislación federal, es decir, la que se aplica para todo el territorio nacional, para saber de qué trata cada una de ellas. Posteriormente, se desarrollan comentarios específicos de las leyes que se aplican en esta entidad y se finaliza con una exposición general de las normas que le corresponden al municipio de Durango.

EL DERECHO A UN MEDIO AMBIENTE SANO Y LEGISLACIÓN FEDERAL Y ESTATAL

El derecho al medio ambiente es un derecho humano establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Congreso de la Unión 1917). La Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Durango ubica dentro del capítulo "De los derechos económicos, sociales y culturales", en el artículo 26, el derecho al medio ambiente, y establece que "las personas tienen derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para su desarrollo, así como la obligación de conservarlo". Asimismo enumera una serie de compromisos de las autoridades sobre la preservación de recursos naturales y el uso de tecnologías limpias, comprometiendo también al sector privado, a la vez que impone la importante obligación de restaurar el ecosistema dañado (Congreso del Estado 1917). Esto se estableció con motivo de una reforma integral a la Constitución. No obstante, nada se expresa respecto a las acciones procesales para defender este derecho.

La Constitución federal establece en el artículo 17 las acciones colectivas y faculta a los jueces federales para conocer sobre los procedimientos y mecanismos respectivos, las cuales son muy importantes para demandar un daño ambiental; explica Gidi (2004): "se trata de la acción promovida por un representante (legitimación colectiva), para proteger el derecho que pertenece a un grupo de personas (objeto del litigio), y cuya sentencia obligará al grupo como un todo (cosa juzgada)".

Estas acciones permiten la defensa de derechos de pertenencia colectiva, como el derecho al medio ambiente, donde hay una gran cantidad de personas afectadas, o bien, el afectado es un elemento del medio ambiente. El hecho de que se regulen las acciones colectivas permitirá, por ejemplo, que un grupo de vecinos o una organización no gubernamental (ONG) en defensa del medio ambiente, inicie un juicio de responsabilidad por la contaminación de un río, por la tala ilegal de un bosque, por pérdida de especies, etc., para que se obligue a quien causó el daño a repararlo o a otorgar una indemnización.

De este modo, se ve la importancia que para la defensa del medio ambiente tienen estas acciones que sólo están a nivel federal, por lo que sería muy benéfico que el estado también contara con estos medios de defensa de acuerdo con sus facultades.

Chávez Bermúdez, B.F. 2017. Marco jurídico ambiental estatal y municipal. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 105-110.

La legislación del estado en materia de biodiversidad debe ser acorde a lo que disponga la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) y las leyes federales; asimismo, se debe tomar en cuenta lo que establezcan los tratados internacionales de los que México es parte. De este modo, tanto la Constitución federal como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establecen las facultades que le corresponden al estado y a los municipios, esto es, en qué puede o no intervenir, tratándose de la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (SEDUE 1988).

Por su parte, la ley que se encarga del aprovechamiento de los bosques y en general de los recursos forestales y el suelo, es la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, y en ella se dice qué le corresponde hacer a los estados y municipios en esta materia.

Ahora bien, de acuerdo a las facultades establecidas en la LGEEPA, y en el artículo 73, fracción XXIX inciso G de la Constitución, los estados pueden hacer las leyes que estimen convenientes para atender la problemática ambiental y de sustentabilidad que ocurra en su área. De este modo, se han elaborado una diversidad de leyes en torno a la protección del medio ambiente, entre ellas, la Ley de Agua; de Cambio Climático; de Desarrollo Forestal Sustentable; de Bienestar Animal para la Sustentabilidad; el Código Penal para el Estado de Durango, que contempla los delitos contra la gestión ambiental; así como la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Cabe mencionar con respecto a esta última, que sólo contempla los residuos no peligrosos en virtud de que los peligrosos son de exclusiva facultad de la federación.

A continuación se exponen las leyes estatales que tienen relación directa con la protección de la biodiversidad.

LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL SUSTENTABLE PARA EL ESTADO DE DURANGO

Durango cuenta con esta ley que trata directamente y de manera general sobre el medio ambiente. Fue expedida en el año 2010 dejando sin efecto la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Durango. En ella se establecen las facultades del estado y sus municipios.

El objeto de esta ley es propiciar el desarrollo sustentable, entendido como "el proceso evaluable mediante criterios ambientales, económicos y sociales, cuyo propósito es optimizar la productividad de las personas y mejorar su calidad de vida, sin comprometer la satisfacción de las necesidades futuras", como la misma ley lo define en la fracción XIV del artículo 2. Sin embargo, esta definición muestra una visión antropocéntrica, que no se refleja en la totalidad de la ley, esto es que sólo se centra en el ser humano, lo que es incorrecto porque no sólo se tiene que preservar el medio ambiente para su beneficio, sino también para el de los elementos naturales en su conjunto. Un desarrollo sustentable también incluye la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en su totalidad, que por fortuna sí se incluyen en el contenido de la ley (Congreso del Estado 2010a).

El título central de esta ley es la gestión ambiental; sin embargo, en el artículo 2 no incluye qué se entiende por este concepto, aunque sí le dedica el título sexto, denominándolo "Gestión Ambiental y Participación Social".

Para comprender mejor esta ley, se considera adecuada la definición que manifiesta Raúl Brañes: "la gestión ambiental es el conjunto de actividades humanas que tiene por objeto el ordenamiento del ambiente. Sus componentes principales son la política, el derecho y la administración ambientales" (Brañes 2000).

Para la protección de la biodiversidad, esta ley establece una serie de lineamientos para declarar áreas naturales protegidas y zonas de restauración; las primeras son aquellas porciones de territorio cuyas condiciones ambientales no han sido alteradas de manera importante por el ser humano o aquellas que requieran ser preservadas; las segundas son áreas con graves daños que deben ser restauradas para recuperar sus procesos naturales.

Con el fin proteger la biodiversidad de estas zonas, la autoridad ambiental establece prohibiciones como: "verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante; interrumpir, rellenar, desecar o desviar los flujos hidráulicos; realizar actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestres" (Gómez-Sánchez 2004).

Así también, con el propósito de preservar y aprovechar de manera sustentable la flora y fauna silvestre, se pueden establecer zonas de veda, las cuales tienen como finalidad la preservación, repoblación, propagación, distribución, aclimatación o refugio de especies amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

Dentro del título séptimo se incluye en el capítulo III la responsabilidad por daño ambiental, lo cual es muy importante para la protección del medio ambiente, por-

que de este modo se obliga a la persona o industria que ocasiona un daño a que lo repare y, cuando no sea posible, otorgue una indemnización; así, la empresa que vierte químicos a un río y lo contamina estará obligada a emplear las medidas adecuadas para dejarlo en las condiciones que tenía antes de que lo dañara con su actividad.

También se establece que la responsabilidad por daño ambiental es independiente de las multas y de la responsabilidad penal, y para hacerla efectiva se deberá recurrir al Código de Justicia Administrativa vigente para el estado; sin embargo, aquí se percibe un error porque no existe este código, lo correcto debe ser la Ley de Justicia Fiscal y Administrativa del estado de Durango (Congreso del Estado 2010b).

De igual manera, se establece que la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SRNyMA) y los ayuntamientos tendrán la facultad para exigir la reparación del daño ambiental; sin embargo, es preferible que cualquier persona que pertenezca a la comunidad afectada o una asociación que actúe en defensa del medio ambiente pueda exigir esa reparación. Asimismo, se dice que la acción para demandar la responsabilidad prescribe, es decir, se termina, en un plazo de cinco años, pero establece la condición de que empezará a correr ese plazo después de que hayan cesado los efectos del daño en cuestión, y hay casos en que los efectos son permanentes, no cesan nunca; por ejemplo, piénsese en una zona boscosa que alojaba a los últimos ejemplares de una especie de mamífero y es incendiada, extinguiéndose la especie, pues los efectos del daño será la extinción del ejemplar y no cesarán.

Por otra parte, aquí existe un problema ya que "los daños ocasionados al medio ambiente no siempre son consecuencia de una acción localizada en un único punto temporal, sino que muchas veces se trata de consecuencias derivadas de todo un proceso dilatado en el tiempo, presentando así las características de continuidad, permanencia y progresividad" (González-Márquez 2003), por lo que no es viable establecer un plazo a partir de que cesen los efectos del daño, sino "partiendo del principio de que en todo caso que la prescripción no puede contabilizarse sino a partir de que el daño se ha manifestado en forma evidente" (González-Márquez 2003).

Asimismo, la autoridad no debe esperar a que los daños se produzcan, porque para el cuidado del medio ambiente es mejor la prevención, por ello debe actuar en defensa del ambiente antes de que los daños sean consumados, siempre que se conozca que exista un riesgo.

El tema de la responsabilidad por daño ambiental es complejo, requiere de ciertas precisiones no contempladas aún en la ley ambiental estatal. Tampoco se cuenta con un reglamento o una ley propiamente de responsabilidad ambiental que precise sus características especiales, como el alcance de un daño ambiental, los efectos de la sentencia, la manera como se van a valorar los elementos naturales dañados para determinar el monto de la indemnización, entre otras.

En general, esta ley tiende hacia un desarrollo sustentable, que permite aprovechar los recursos naturales necesarios para la subsistencia humana, pero también les otorga protección de manera que se permita su regeneración y continuidad, además de establecer la función del estado en la ordenación del ambiente, al mismo tiempo que genera compromisos para la sociedad civil.

La ley que se acaba de analizar es la que se encarga de la protección del medio ambiente como un todo, pero existen otras de carácter sectorial, esto es, leyes que se encargan de un elemento del medio ambiente en particular, como ley de aguas, de recurso forestal, de sanidad animal y otras. El problema que existe con este tipo de leyes es que "regulan cada uno de estos elementos ambientales, sin considerar, por lo general, las relaciones que existen entre ellos y con otros elementos ambientales; este enfoque no sólo es insuficiente para una apropiada protección del ambiente, sino que propicia la existencia de contradicciones dentro del mismo sistema" (Brañes 2000); por tanto, deben ser atendidos de manera integral para que sea mayor el beneficio, tomando en cuenta los procesos de interacción que pueden existir con los demás elementos. Enseguida se analizarán algunas de esas leyes sectoriales referentes a la biodiversidad en la entidad.

LEY DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE DEL ESTADO DE DURANGO

Durango es uno de los estados con mayor superficie forestal en el país; sin embargo, presenta altas tasas de deforestación y de destrucción por incendios y plagas, por lo que es indispensable contar con una normativa adecuada que además de permitir el aprovechamiento correcto de los recursos, les brinde la protección necesaria para su preservación y regeneración, por la cantidad de bienes y servicios ambientales que se obtienen de ellos, además de contemplar medidas efectivas para el combate a incendios forestales. Para ello, el estado cuenta con la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, que considera de utilidad pública la conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales (art. 3).

Enuncia las atribuciones que corresponden al estado por conducto de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, entre las que se encuentran: proteger las cuencas, cauces de los ríos y los sistemas de drenaje natural, así como prevenir y controlar la erosión de los suelos procurando su restauración; llevar a cabo acciones de prevención y combate de incendios forestales; integrar un registro estatal forestal y un sistema estatal de información forestal, que es muy importante para conocer la superficie forestal con la que se cuenta y el grado de deterioro a efectos de establecer zonas de veda y programas de restauración (Congreso del Estado 2004).

Enseguida se establece la política que deberá desarrollar el estado en materia forestal, la cual tiene que ver con planeación del desarrollo forestal, integrar un sistema estatal de información forestal, el inventario forestal y de suelos, la zonificación forestal y el registro estatal forestal. Dentro de ellos, es muy importante que continuamente se actualice el sistema estatal de información forestal y que participen los municipios en su elaboración, para conocer la cantidad de superficie forestal, los posibles daños, etc., para facilitar su administración y cuidado.

En el título cuarto: "del manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales", se establecen los requisitos que deben cumplir los prestadores de servicios técnicos forestales, quienes son responsables de elaborar los programas de manejo forestal para que se haga un aprovechamiento adecuado de los recursos y no se afecten (Congreso del Estado 2004). En este título es de resaltar lo referente a la certificación forestal, que es preciso fomentar con organismos serios e imparciales de modo que obliguen a los titulares de un aprovechamiento y a los prestadores de servicios técnicos forestales a que efectúen una labor de aprovechamiento con la técnica adecuada, permitiendo la preservación del recurso forestal, de tal manera que la materia prima obtenida tenga el sello de certificación para ser puesta a la venta.

Para mejorar el contenido de esta ley se precisa legislar en torno a las atribuciones que tiene el estado, porque no está elaborada de acuerdo con las facultades que la LGEEPA le otorga, sino que resulta una copia de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (SEMARNAT 2003). Sus artículos sólo son efectivos cuando exista convenio con la Federación, por lo que hace falta mayor descentralización para obtener la total administración de sus recursos naturales forestales dentro de su territorio, ya que las sanciones ante las infracciones que se cometan las aplica la Secretaría Federal y no existe un organismo estatal que se encargue de ello (Encinas-Elizarrarás 2012).

LEY DE AGUA PARA EL ESTADO DE DURANGO

Esta ley tiene por objeto, entre otros, la administración y conservación de las aguas de jurisdicción estatal. La autoridad y administración corresponden al Ejecutivo del estado a través de la Comisión del Agua del estado, que tiene, entre otras facultades, la importante tarea de "promover y fomentar el uso eficiente y preservación del agua, y la creación de una cultura del agua como recurso escaso y vital" (Congreso del Estado 2005): para ello, dedica todo un capítulo donde se promueve la coparticipación del estado, los municipios, las instituciones de educación superior y las organizaciones no gubernamentales, además de prever programas para implementar la materia de cultura y uso eficiente del agua en la educación básica.

Asimismo, se señala una serie de infracciones entre las cuales cabe destacar: arrojar o depositar basura, sustancias tóxicas peligrosas y lodos provenientes de los procesos de tratamiento de aguas residuales en cauces y vasos estatales; desperdiciar el agua ostensiblemente o no cumplir con los requisitos, las normas y condiciones de uso eficiente del agua. Esas infracciones se sancionan con multas desde 100 hasta 10 000 días de salario mínimo vigente en la entidad, dependiendo de la infracción cometida, además de la suspensión total del servicio de agua potable, cancelación de tomas clandestinas, clausura o suspensión del permiso de descarga de aguas residuales.

LEGISLACIÓN MUNICIPAL

Durango, en su distribución territorial, cuenta con 39 municipios, los cuales tienen facultades para elaborar sus propias leyes de acuerdo con lo establecido en el artículo 73 de la Constitución dentro del sistema de distribución de competencias (Congreso de la Unión 1917). Las leyes en materia de protección al medio ambiente, de preservación y restauración del equilibrio ecológico, las pueden hacer constituyendo algunas normas, en su bando de policía y buen gobierno, o estableciéndolas en alguna ley o reglamento específico.

El municipio es el ámbito de gobierno más cercano a la población, por lo que es deseable que cada uno cuente con un reglamento de protección ambiental; sin embargo, sólo cinco municipios poseen un reglamento de este tipo:

1. Canatlán: Reglamento de Protección Ambiental y Ecología.
2. Durango: Reglamento de Protección Ambiental (Ayuntamiento del municipio de Durango 2014).
3. Gómez Palacio: Reglamento de Desarrollo Sustentable y Protección al Ambiente.
4. Lerdo: Reglamento de Protección al Medio Ambiente.
5. Ocampo: Reglamento de Protección a los Animales.

Cabe mencionar que los municipios de Santiago Papasquiaro, Nuevo Ideal, Coneto de Comonfort, San Juan del Río y El Oro publicarán próximamente un reglamento regional cuyo objetivo será regular la protección del sitio Ramsar laguna de Santiaguillo.

Compete aplicar el reglamento al Ayuntamiento, al presidente municipal y a la Dirección Municipal de Salud Pública y Medio Ambiente. Entre sus facultades se encuentran: preservar, conservar y restaurar el ambiente en áreas o zonas de jurisdicción municipal; la prevención y control de la contaminación del suelo en áreas o zonas de su territorio; integrar y mantener actualizado un inventario de fuentes fijas de contaminación; implementar y operar sistemas de tratamiento de aguas residuales y de monitoreo ambiental, y la regulación del manejo y disposición final de los residuos sólidos.

El título III de este reglamento está dedicado a la biodiversidad del municipio, en el que se establecen medidas de protección de las áreas naturales protegidas a su cargo como parques ecológicos, monumentos naturales o áreas de protección hidrológica.

CONCLUSIONES

Del análisis de la normativa encargada de regular la biodiversidad en el estado, se concluye que se precisa mayor vigilancia para que las leyes se cumplan, e incentivar a través de campañas de información y sensibilización al ciudadano sobre el cuidado de la biodiversidad y que se cumplan puntualmente las sanciones que marca la ley. Los apercibimientos, las multas, los juicios o procedimientos de responsabilidad por daño ambiental, la determinación de responsabilidad penal, son elementos persuasivos, esto es, al ser aplicados a todas las personas que dañan el ambiente, los demás habitantes tendrán más cuidado al realizar sus actividades, tomando conciencia para evitar producir un daño.

Durango debe seguir construyendo su marco jurídico estatal y municipal, así como su estricta aplicación, ya que hay diversas cuestiones trascendentales para el medio ambiente que aún no existen en la práctica, como ocurre con lo establecido en la ley estatal ambiental acerca de los sistemas de información sobre biodiversidad y sobre información ambiental y forestal, que apenas están en construcción, así como un Consejo Estatal para el Desarrollo Sustentable y la Comisión Estatal de Ecología, que no se han creado.

Es necesario revisar cuidadosamente lo referente a la responsabilidad por daño ambiental a efecto de contar con procedimientos más eficaces que el procedimiento administrativo, que no cuenta con medios suficientes para hacer cumplir las sentencias, ni se precisan las particularidades de los daños ambientales. Asimismo, conviene a Durango la creación de un fondo ambiental que reúna los recursos provenientes de las multas por infracciones a la ley ambiental, por los ingresos producto de otorgamiento de permisos, autorizaciones y licencias en materia de flora y fauna, indemnizaciones por responsabilidad ambiental, donaciones de particulares, entre otros, con el fin de contar con el patrimonio adecuado para preservar y restaurar los elementos naturales, así como realizar investigación y difundir la cultura y educación ambientales, ya que generalmente las secretarías de medio ambiente tienen un presupuesto pequeño que limita la posibilidad de hacer frente a la problemática ambiental. Instituir este fondo daría mayor seguridad ante el tratamiento de los daños ambientales.

REFERENCIAS

Ayuntamiento del municipio de Durango. 2014. Reglamento de Protección Ambiental del municipio de Durango. Gaceta municipal. Tomo XXXVIII. No. 328. 19 de diciembre de 2014.

Brañes, R. 2000. *Manual de derecho ambiental mexicano.* Fondo de Cultura Económica, México.

Congreso de la Unión. 1917. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada el 5 de febrero de 1917 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 10 de julio de 2015.

Congreso del Estado. 1917. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Durango. Publicada el 1 de noviembre de 1917 en el Periódico Oficial del Estado. Última reforma publicada el 20 de agosto de 2015.

—. 2004. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango. Publicada el 13 de junio de 2004 en el Periódico Oficial del Estado. Última reforma publicada el 20 de septiembre de 2015.

—. 2005. Ley de Agua para el Estado de Durango. Publicada el 7 de julio de 2005 en el Periódico Oficial del Estado. Última reforma publicada el 5 de marzo de 2015.

—. 2010a. Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango. Publicada el 24 de junio de 2010 en el Periódico Oficial del Estado. Última reforma publicada el 16 de noviembre de 2014.

—. 2010b. Ley de Justicia Fiscal y Administrativa del Estado de Durango. Publicada el 23 de diciembre de 2010 en el Periódico Oficial del Estado. Última reforma publicada el 20 de septiembre de 2015.

Encinas-Elizarrarás, S. 2012. Investigador en Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango Comunicación personal, noviembre.

Gidi, A. 2004. *Las acciones colectivas y de tutela de los derechos difusos, colectivos e individuales en Brasil.* Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM, México.

Gómez-Sánchez, N. 2004. *Derecho ambiental.* Porrúa, México.

González-Márquez, J. 2003. *La responsabilidad por el daño ambiental en América Latina.* PNUMA, México.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicada el 25 de febrero de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 10 de mayo de 2016.

Instrumentos y políticas públicas para la gestión, protección y conservación

4

1 Ordenamiento ecológico del territorio

2 Modelo de aptitud para la conservación del municipio de Lerdo

3 Caracterización de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre

4 Áreas naturales protegidas

5 Identificación de los vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad

Resumen ejecutivo

Laura Isabel Rentería Arrieta y César Cantú Ayala

Los instrumentos de la política pública en Durango tienen como meta la conservación y aprovechamiento de la biodiversidad para asegurar la provisión de servicios ambientales para la sociedad, considerando en su gestión los aspectos ambientales, sociales y económicos. En esta sección se analizan los siguientes instrumentos de la entidad: el ordenamiento ecológico (OE), un estudio de caso sobre el modelo de aptitud para la conservación del municipio de Lerdo (MACL), las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), las áreas naturales protegidas (ANP) y la identificación de los vacíos y omisiones de conservación de la biodiversidad (VOCB).

ORDENAMIENTO ECOLÓGICO (OE)

En el OE se busca optimizar el uso sostenible del territorio y tiene entre sus objetivos inducir la distribución óptima de las actividades de los principales sectores productivos reconocidos en la entidad (agricultura de temporal y de riego, ganadería extensiva, forestal maderable y no maderable, y servicios ambientales) con base en la aptitud óptima del suelo. La ganadería es la principal actividad que se identifica como problema en el OE y se realiza prácticamente en todo el territorio estatal, representando el principal ejemplo de las consecuencias negativas previsibles por realizar y fomentar actividades en sitios no aptos para tal actividad. Las políticas de gestión ambiental del estado comprenden la incorporación gradual de todos los municipios al esquema del OE, con el fin de conservar la biodiversidad estatal y contribuir a la disminución del impacto ambiental generado por las actividades productivas. Actualmente, se cuenta con los programas locales de OE para los municipios de Durango, Gómez Palacio, Lerdo y Santiago Papasquiaro. El OE significa, sin duda, la gran oportunidad de articular los diversos programas de los órdenes de gobierno en un sentido de transversalidad hacia el anhelado desarrollo sustentable.

UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE (UMA)

Las UMA constituyen un importante instrumento de gestión ambiental para dar certidumbre legal a la apropiación de la fauna silvestre del estado. Los predios registrados como UMA se concentran en la región de la Sierra Madre Occidental y específicamente en el municipio de Durango. Los grupos y especies principales de fauna son el venado cola blanca y bura (*Odocoileus virginianus* y *O. hemionus*), el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*), las aves acuáticas (*Anser* spp., *Anas* spp., *Aythya* spp., *Oxyura* spp., *Bucephala* spp. y *Grus canadensis*) y las palomas huilota y alas blancas (*Zenaida macroura* y *Z. asiatica*). Después de 15 años de aplicación en el estado, su efectividad como instrumento de conservación no ha sido evaluada objetivamente, y su crecimiento y distribución no es uniforme, sino que parecen estar determinados por el tipo de ecosistema, por el acceso desde zonas urbanas e incluso por la disponibilidad de subsidios gubernamentales otorgados. De esta forma, 70% de las UMA se ubican en zonas con

Rentería-Arrieta, L.I. y C. Cantú-Ayala. 2017. Resumen ejecutivo. Instrumentos y políticas públicas para la gestión, protección y conservación. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*. CONABIO, México, pp. 113-114.

actividades forestales maderables de los municipios de Durango, Canatlán, San Dimas, Santiago Papasquiaro y Mezquital. Las UMA se han convertido en la entidad en una figura exitosa por el número de predios y superficie incorporados, y se pueden caracterizar como un sector en crecimiento, complementario a las actividades forestales tradicionales; a pesar de lo anterior, la conservación de biodiversidad en el estado mediante este instrumento aún es cuestionable.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP)

Las ANP son reconocidas globalmente como uno de los instrumentos legales de conservación de la biodiversidad más importantes. Durango destaca internacionalmente por haber decretado en la década de 1970 las primeras dos reservas de la biosfera (RB) de Latinoamérica: Mapimí y Michilía. En el 2016, Durango cuenta con siete ANP decretadas con un total de 876 036 ha, equivalentes a 7.1% de su territorio. Entre ellas, tres áreas de protección de recursos naturales: la Cuenca Alimentadora de Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit, Cuenca Alimentadora de Distrito Nacional de Riego 075 Río Fuerte y la Quebrada de Santa Bárbara; así como dos parques estatales: El Tecuán y el Cañón de Fernández. Las actuales ANP de Durango son insuficientes para proteger su patrimonio biológico natural, por lo que es necesario considerar que en la entidad falta aún mucho para lograr alcanzar la meta establecida a nivel global; específicamente las Metas de Aichi, donde en la meta 11 se establece proteger al menos 17% de los ecosistemas representativos del planeta para conservar adecuadamente su biodiversidad.

No obstante que en los últimos años se han realizado importantes esfuerzos de conservación en México y Durango, a través del decreto de un significativo número de ANP, estos resultan insuficientes ante el gran reto de proteger su compleja biodiversidad.

Menos de 10% del territorio duranguense se protege con las ANP; debido a ello, en esta sección se realizan propuestas para cubrir vacíos y omisiones de conservación en el estado. Estas propuestas contribuirían a proteger al menos 17% de la superficie estatal, y de esta forma alcanzar lo previsto en la meta 11 de Aichi.

No obstante, se requiere realizar más estudios para identificar los sitios que deben incorporarse como ANP para asegurar la conservación del patrimonio natural del estado. Por otra parte, se debe revisar la actual capacidad de gestión de las autoridades de los tres órdenes de gobierno para el manejo de la red de ANP, analizando la infraestructura disponible, presupuesto y recursos humanos asignados a cada una, respecto a sus necesidades reales para lograr la conservación de su biodiversidad.

Ordenamiento ecológico del territorio

Adán Alvarez Haros

INTRODUCCIÓN

El ordenamiento ecológico (OE) es un instrumento de planeación y uso del territorio; su importancia radica en que, junto con las características sociales, ambientales y económicas del estado, delinea las principales políticas de uso de suelo que regulan el territorio estatal bajo un sentido sustentable (Gobierno del Estado de Durango 2008a).

La metodología general del OE consiste en caracterizar los componentes ambientales físicos, biológicos y sociales, y diagnosticar su condición con base en los diferentes tipos de uso antrópico a los que están sometidos, para posteriormente desarrollar modelos de integración y evaluación que den como resultado una visión de la interacción de dichos componentes, y permitan una valoración de la aptitud del terreno para los diferentes usos. La interacción mencionada se manifiesta en la ocupación y transformación del territorio, y es allí en donde se produce el impacto de las actividades humanas (SEMARNAT 2006).

El OE se fundamenta en los artículos 1 al 10; capítulo II, artículo 11 de la Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango (Congreso del Estado 2010), y en las leyes y reglamentos federales respectivos.

Constituido como una de las principales políticas nacionales de regulación ambiental y de uso del suelo, el OE se formalizó en la entidad con la realización del estudio técnico para el ordenamiento ecológico del estado de Durango, y su posterior decreto publicado el 21 de diciembre de 2008 en el Periódico Oficial del Estado (POE) (Gobierno de Estado de Durango 2008b). El programa respectivo se dio a conocer un año después (Gobierno del Estado de Durango 2009). Como resultado de la revisión en su implementación, se desarrolló al interior del Comité para el OE estatal la propuesta para la modificación del decreto correspondiente, con el objeto central de acotarla en su alcance correcto y obligado a su observancia (Gobierno del Estado de Durango 2010). El programa de ordenamiento modificado se publicó en el 2011 (Gobierno del Estado de Durango 2011).

IMPORTANCIA DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

El OE tiene entre sus objetivos inducir o regular de una manera óptima el uso del suelo y las actividades productivas de los diversos sectores de la entidad (agricultura de temporal y de riego, ganadería extensiva, forestal maderable, no maderable y servicios ambientales), en los sitios de mayor aptitud para realizar dichas actividades. De tal forma, se maximiza el consenso de distribución de actividades entre los representantes de estos sectores y se minimiza el conflicto entre sectores por el mismo territorio para el desarrollo de las actividades, incluidas las dedicadas a las conservación.

Las políticas de gestión ambiental del estado comprenden la incorporación gradual de todos los municipios al esquema del OE, con el fin de conservar la biodiversidad estatal y contribuir a la disminución del impacto ambiental generado por las actividades productivas. En el estado, se han decretado programas de ordenamiento ecológico territoriales locales, los que por su importancia económica y ambiental se centran en los municipios de Durango, Gómez Palacio, Lerdo y Santiago Papasquiaro (cuadro 1).

POLÍTICAS DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Las políticas del OE estatal, en consideración a su escala 1:250 000 (figura 1), se consideran indicativas, y están dirigidas fundamentalmente a las entidades de gobierno. Su propósito es generar y promover políticas de uso del territorio bajo los principios del desarrollo sustentable,

Alvarez-Haros, A. 2017. Ordenamiento ecológico del territorio. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*. CONABIO, México, pp. 115-118.

Cuadro 1. Municipios con programas de ordenamientos ecológicos locales

Municipio	Superficie (ha)	Población (habitantes)	Problemática principal a resolver
Durango	925 970.80	582 267	• Deterioro del recurso forestal • Descenso en la productividad de los suelos • Acuíferos en una condición de alta vulnerabilidad • Sobrepastoreo
Gómez Palacio	108 276.00	327 985	• Concentración de actividades económicas y de infraestructura de servicios de la entidad • Demanda de agua en aumento por los sectores agrícola, pecuario e industrial • Deterioro de la calidad del aire en los centros urbanos • Deficiente manejo de residuos sólidos
Lerdo	210 545.80	141 043	• Disminución en cantidad y calidad de agua • Aumento en la densidad de población • Incremento en la generación de residuos de manejo especial (agropecuario y de la construcción) • Abatimiento de acuíferos
Santiago Papasquiaro	639 876.89	44 966	• Presión de la minería sobre la conservación de áreas naturales • Cambios de uso de suelo que implican pérdida de superficie de bosque

Fuente: Gobierno del Estado de Durango 2013a, b, c, d.

esto es, que generen desarrollo económico, equidad social y equilibrio ambiental. Estas políticas ambientales generales se clasifican en aprovechamiento, conservación, protección y restauración, y deberán orientar el uso del territorio mediante la formulación de leyes, reglamentos, programas y proyectos acordes con la vocación natural del suelo, a fin de revertir los procesos de deterioro del ambiente. A continuación la definición y objetivo de cada una:

- Aprovechamiento: se asigna a aquellas áreas que por sus características son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente.
- Protección: corresponde a aquellas áreas naturales susceptibles de integrarse al sistema nacional de áreas protegidas (SINAP) o a los sistemas equivalentes en el ámbito estatal y municipal.
- Conservación: está dirigida a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos no interfieren con su función ecológica relevante, y su inclusión en los sistemas de áreas naturales en el ámbito estatal y municipal es opcional. Esta política tiene como objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos.
- Restauración: se aplica en áreas con procesos de deterioro ambiental acelerado, en las cuales es necesaria la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales (SEMARNAT 2006).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La ganadería, actividad identificada como el principal problema en el OE, y realizada prácticamente en todo el territorio del estado, representa el principal ejemplo de las consecuencias negativas previsibles de realizar y fomentar actividades en sitios no aptos para tal actividad. El Sistema Nacional de Protección Civil, en su reporte de características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en el año 2011, reporta los daños para Durango en 85 319 productores afectados; 231 302 ha de cultivos o pastizales dañados; 620 157 unidades de animales

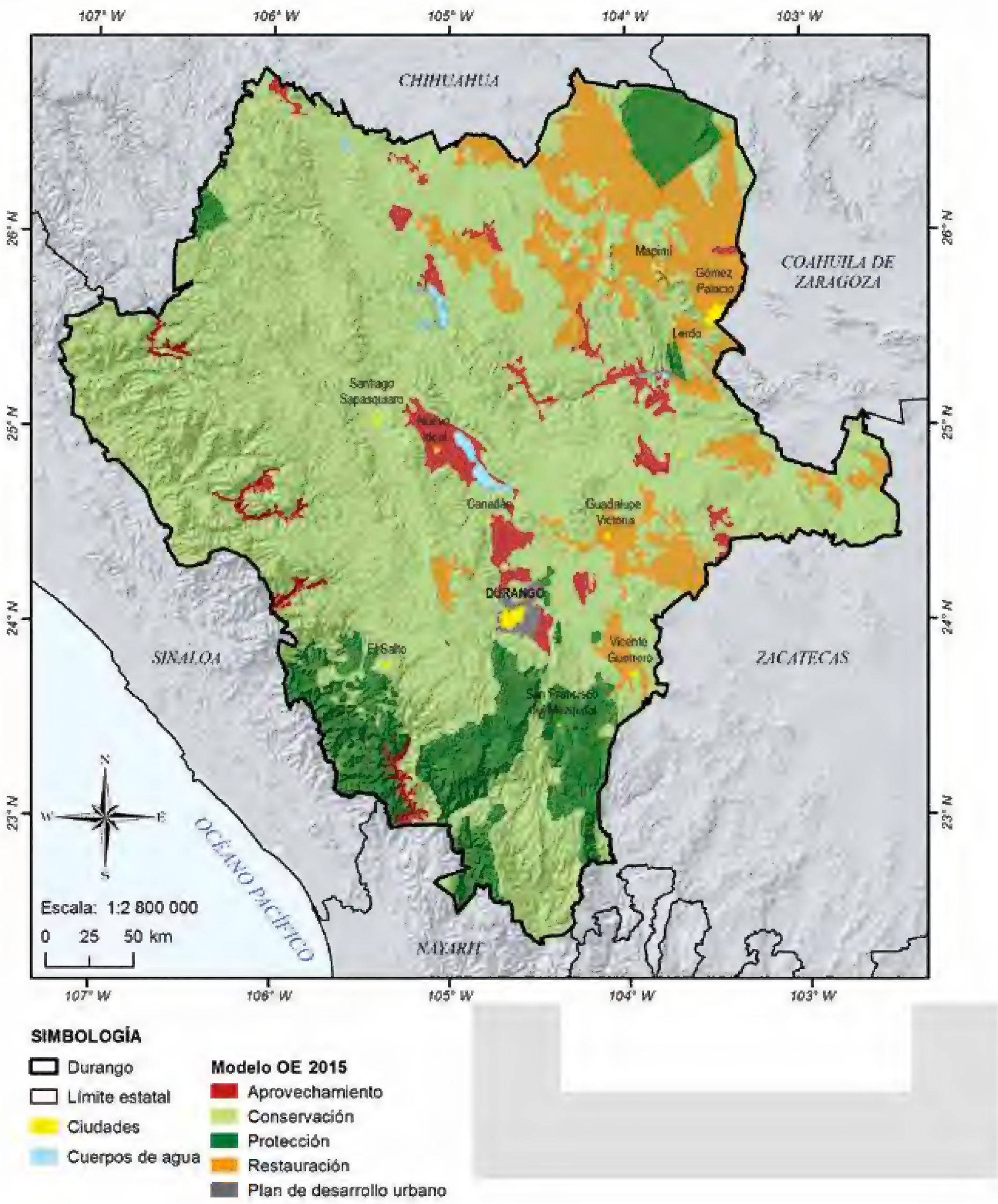


Figura 1. Políticas territoriales del OE estatal.

afectadas y un total de daños en millones de pesos de 1783 (CENAPRED 2012). Otro ejemplo es el referido a la agricultura de temporal, en donde, según el OE estatal, existen 2 408 470 ha clasificadas como aptas para esta actividad, y de las cuales sólo se usa 37.7% (907 993 ha). Debido a que muchas áreas de tierra tienen limitaciones de índole económica y social, y aunado a los conflictos ambientales, se encuentran 153 189 ha no aptas para la actividad, provocando en éstas el deterioro del suelo por erosión (SAGARPA 2009).

El OE significa, sin duda, la gran oportunidad de articular los diversos programas de los órdenes de gobierno en un sentido de transversalidad hacia el anhelado desarrollo sustentable.

REFERENCIAS

Congreso del Estado. 2010. Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango. Publicada el 24 de junio de 2010 en el Periódico Oficial del Estado. Última reforma publicada el 16 de noviembre de 2014.

CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres. 2012. Reporte de características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en el año 2011. En: <*http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/252.pdf*>, última consulta: 14 de marzo 2016.

Gobierno del Estado de Durango. 2008a. Estudio técnico para el programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango. Gobierno del Estado de Durango, México.

—. 2008b. Decreto por el cual se aprueba el programa estatal de ordenamiento ecológico. Publicado el 21 de diciembre de 2008 en el Periódico Oficial del Estado.

—. 2009. Programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango. Publicado el 15 de enero de 2009 en el Periódico Oficial del Estado.

—. 2010. Decreto administrativo mediante el cual se reforman, derogan y adicionan diversas disposiciones del decreto por el cual se aprueba el programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango. Publicado el 18 de noviembre de 2010 en el Periódico Oficial del Estado.

—. 2011. Programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango (modificación). Publicado el 21 de julio de 2011 en el Periódico Oficial del Estado.

—. 2013a. Programa de ordenamiento ecológico del municipio de Lerdo, Durango. Publicado el 4 de julio de 2013 en el Periódico Oficial del Estado.

—. 2013b. Programa de ordenamiento ecológico del municipio de Gómez Palacio, Durango. Publicado el 18 de julio de 2013 en el Periódico Oficial del Estado.

—. 2013c. Programa de ordenamiento ecológico del municipio de Santiago Papasquiaro, Durango. Publicado el 15 de septiembre de 2013 en el Periódico Oficial del Estado.

—. 2013d. Programa de ordenamiento ecológico del municipio de Durango, Durango. Publicado el 19 de septiembre de 2013 en el Periódico Oficial del Estado.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2009. Informe de evaluación externa estatal de funcionamiento y operación 2008. Programa de uso sustentable de los recursos naturales para la producción primaria. Durango. En: <*http://2006-2012.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/durango/boletines/2012/Septiembre/PublishingImages/DUR_2008_PUSRNPP.pdf*>, última consulta: 14 de marzo de 2016.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2006. Manual del proceso de ordenamiento ecológico. SEMARNAT, México.

Modelo de aptitud para la conservación del municipio de Lerdo

Jaime Simental Ávila

INTRODUCCIÓN

El municipio de Lerdo se localiza en la región noreste del estado de Durango, entre los paralelos 25° 10' y 25° 47' de latitud N; los meridianos 103° 20' y 103° 59' de longitud O; a una altitud entre 1 100 y 2 900 msnm. La superficie aproximada del municipio es de 210 545.8 ha, lo cual representa 1.7% de la superficie estatal. Está ubicado en la región hidrológica Nazas-Aguanaval (RH36), dentro de dos cuencas: la del río Nazas-Torreón, que abarca 80% de su superficie, y la del río Aguanaval (20%) (Ayuntamiento del municipio de Lerdo 2013).

Forma parte de la región del Semidesierto del estado, que es privilegiada por una serie de atributos y vocaciones naturales que pueden utilizarse para el desarrollo económico y cultural de sus pobladores, considerando el aprovechamiento de sus recursos bajo un esquema sustentable. Un factor a destacar es la presencia de una gran diversidad de nichos ecológicos, así como de especies animales y vegetales (Ayuntamiento del municipio de Lerdo 2013).

Cuenta con numerosas actividades productivas, entre ellas la agricultura, que se ha caracterizado por una producción importante de forrajes; también se ha implementado una agricultura continua y mecanizada donde es posible establecer dos ciclos anuales. Otra actividad importante es la ganadería, por lo que la Comarca Lagunera es reconocida como la cuenca lechera más importante a nivel nacional. Destacan además las actividades industriales y mineras; la primera con antecedentes de más de 40 años, donde el mármol ha contado con gran aceptación en el mercado extranjero; la segunda con una amplia variedad de minerales metálicos y no metálicos. El importante desarrollo económico, producto de estas actividades, ha provocado su expansión y, en consecuencia, la pérdida y modificación del hábitat, haciendo evidente la necesidad de revertir las tendencias de degradación ambiental, a efecto de instrumentar acciones y conjuntar esfuerzos tendientes a la planificación del territorio en función del patrimonio natural, de los medios de transformación de los recursos naturales y de los costos y beneficios que éstos aportan a la sociedad en su conjunto (Ayuntamiento del municipio de Lerdo 2013). Uno de los instrumentos de planificación que puede ayudar a revertir o aminorar estas tendencias de degradación, así como a identificar las zonas de importancia ecológica mediante modelos de aptitud, es el ordenamiento ecológico (OE). Por lo anterior, el objetivo de este estudio es dar a conocer los criterios utilizados para elaborar el mapa de aptitud para la conservación del municipio de Lerdo.

ELABORACIÓN DEL MODELO DE APTITUD

El ordenamiento ecológico (OE) es un instrumento complejo para la toma de decisión espacial, en tanto que involucra varios sectores económicos con intereses diferentes sobre la ocupación de un mismo territorio y el aprovechamiento de sus recursos naturales, con actividades a veces incompatibles entre sí. El análisis de aptitud es una estrategia útil para afrontar este tipo de problemas, ya que permite evaluar las características del terreno para orientar el desarrollo de los sectores hacia las zonas con mayor potencial y diseñar, a partir de esto, un patrón de ocupación del territorio, que permita resolver o prevenir los conflictos ambientales entre los grupos involucrados (SEMARNAT 2006).

En el municipio de Lerdo existen zonas con características naturales que les confieren importancia para la conservación y brindan servicios ambientales para la región. Para identificar las zonas más aptas a conservar se utilizaron cuatro atributos ambientales[1] definidos dentro de un taller sectorial en la etapa de caracterización del estudio, que en orden de importancia y criterios, también definidos dentro de este taller, se muestran en el cuadro 1.

1 Atributo ambiental: aquella variable cualitativa o cuantitativa que influye en el desarrollo de las actividades humanas y de los demás organismos vivos (SEMARNAT 2006).

Simental-Ávila, J. 2017. Modelo de aptitud para la conservación del municipio de Lerdo. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*. CONABIO, México, pp. 120-123.

Cuadro 1. Definición de los atributos con su criterio para la aptitud de conservación

Componente	Atributo	Criterio
Vegetación	Tipo de vegetación	Densidad o cobertura
Suelo	Tipo de suelo	Tipo de suelo
Pendiente	Pendiente	Porcentaje de pendiente
Geomorfología	Topoformas	Relieve

Fuente: Ayuntamiento del municipio de Lerdo 2013.

Para la vegetación se tomaron en cuenta aquellas zonas con ecosistemas representativos, que en orden de importancia son: chaparral, vegetación de galería, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, pastizal halófilo y pastizal natural. La vegetación de galería es de gran importancia ecológica ya que, si se encuentra en buenas condiciones, filtra el flujo de insumos y desechos agrícolas y pecuarios al torrente del río, y amortigua algunos de los procesos de sedimentación (González-Elizondo *et al.* 2007); las zonas urbanas y agrícolas contiguas limitan este atributo.

Los siguientes tipos de suelo identificados en el área de estudio fueron utilizados en el análisis de aptitud, y en orden de importancia para la conservación son: Litosol, Regosol, Yermosol, Castañozem, Fluvisol, Phaeozem, Vertisol y Xerosol. El Litosol se caracteriza por una profundidad menor a los 10 cm y está limitado por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y susceptibilidad a la erosión son variables dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado, y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo del maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua (INEGI 2004).

Para el caso de las pendientes, se determinó que aquellas mayores a 20% eran más susceptibles al deterioro, y por lo tanto elegibles para la conservación. Estas pendientes provocan que la cubierta vegetal tenga una menor disponibilidad hídrica, mayor riesgo de escorrentía y, por tanto, de erosión (Serrada 2008).

Con base en el mapa de topoformas desarrollado para la elaboración del mapa de aptitud para la conservación y clasificado con 10 tipos, las cúpulas montañosas y las sierras de cima alta y media entre los 1 540 y los 2 800 msnm son las que poseen mayor aptitud para la conservación.

El resultado de las interacciones de los atributos antes mencionados permitió que se generara el mapa de aptitud para la conservación (figura 1), en el cual se observa que 9.7% (20 437.27 ha) de la superficie tiene aptitud alta para la conservación , localizada principalmente a norponiente. La aptitud media representa 35% (74 364.37 ha), mientras que la aptitud baja representa 38.5% (81 101.53 ha); ambas comprenden pequeñas y medianas franjas al poniente, sur y oriente del territorio. Como resultado de estas interacciones, se identificaron las zonas sin aptitud que cubren 16.4% de la superficie (34 612.31 ha), son aquellas donde ninguno de los atributos ambientales considerados coincide con otros (Ayuntamiento del municipio de Lerdo 2013).

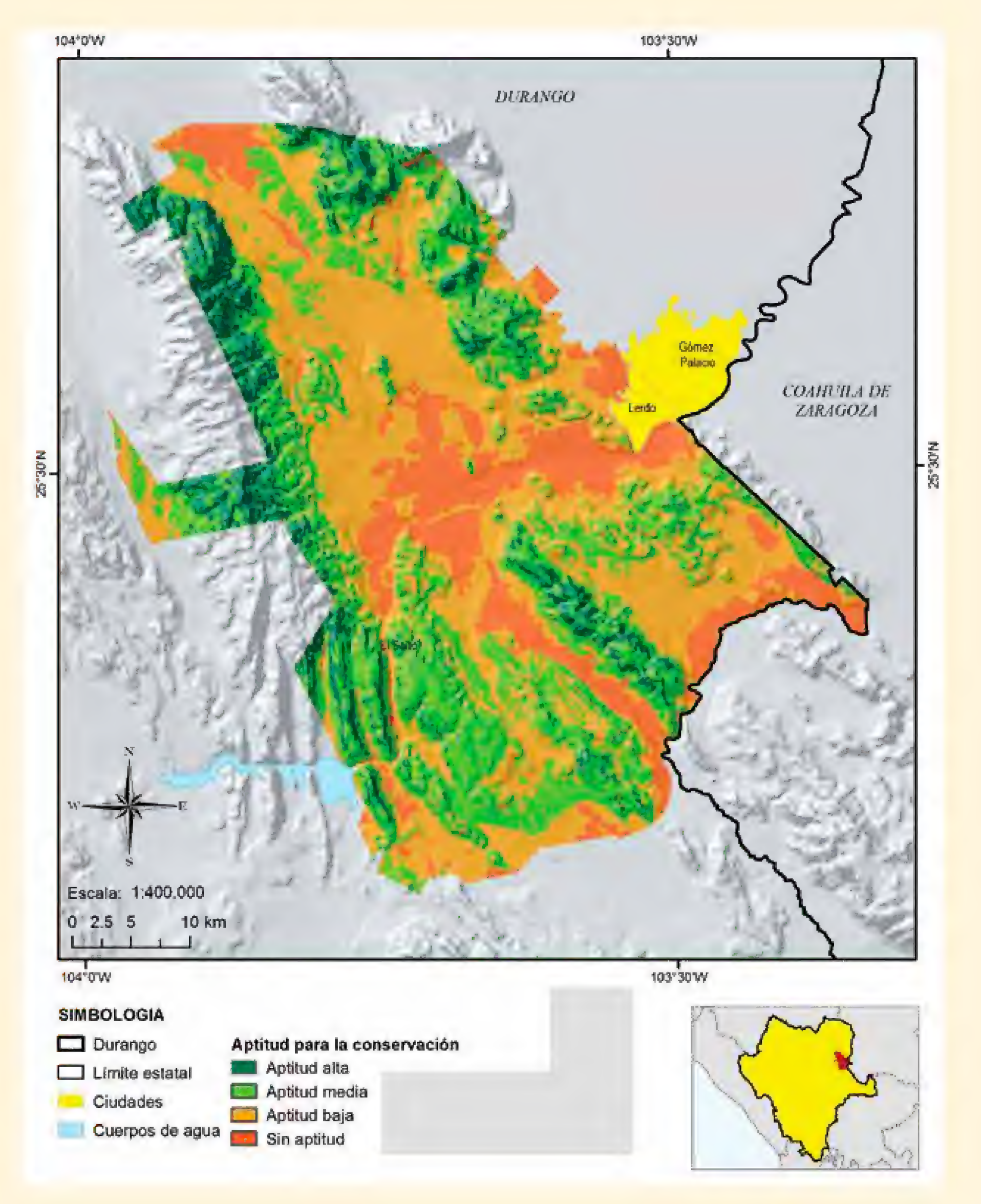


Figura 1. Mapa de aptitud para la conservación.

CONCLUSIONES

Con la identificación y ubicación de las áreas con mayor aptitud para el sector conservación, el objetivo final es orientar estas actividades de conservación hacia las zonas con mayor potencial, proporcionando las bases técnicas y legales que sustentarán la gestión de recursos. Además, se fortalecerán las políticas vinculadas al manejo de los recursos naturales, como la definición de los usos de suelo compatibles en cada unidad de gestión ambiental (UGA), donde la aptitud sectorial es la base. De forma adicional, se suman a este instrumento de planeación criterios de regulación ecológica, normas, reglas o recomendaciones que orientan de manera sustentable las diferentes actividades o usos permitidos.

REFERENCIAS

Ayuntamiento del municipio de Lerdo. 2013. Programa de ordenamiento ecológico territorial (POET) del municipio de Lerdo, Durango. Publicado el 4 de julio de 2013 en el Periódico Oficial del Estado. Texto vigente.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* CIIDIR-IPN, Durango.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2004. Guías para la interpretación de cartografía: edafología. INEGI, Aguascalientes.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2006. Manual del proceso de ordenamiento ecológico. SEMARNAT. México.

Serrada, R. 2008. *Apuntes de selvicultura.* Servicio de publicaciones. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal, Madrid.

Caracterización de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre

José Elías Chacón de la Cruz

INTRODUCCIÓN

En 1997 la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) dio inicio al Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000 (PCVS) (SEMARNAP 1997), mediante el cual creó un instrumento de gestión denominado unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), las UMA permitirían dar legitimidad a la apropiación de la fauna a través de usos consuntivos, es decir, que implican el sacrificio o la extracción de animales (cacería de subsistencia, la elaboración de artesanías, trofeos, rituales religiosos, colecciones científicas), y no consuntivos (como la observación, fotografía, ecoturismo). No obstante, la actividad que resultó más popular a largo plazo fue la cacería deportiva. Casos como los estados de Nuevo León, Sonora y Tamaulipas con más de 4 200 UMA (SEMARNAT 2013a), han sido tomados como un ejemplo a seguir; incluso en estados como Baja California, con sólo 233 predios dedicados exitosamente a esta actividad, se prevé un crecimiento de este sector, con expectativas de mayores beneficios económicos (Contreras-Gil *et al.* 2010).

SITUACIÓN DE LAS UMA EN DURANGO

A pesar de su expansión, tras 15 años de aplicación en el estado, la efectividad de las UMA como instrumento de conservación no ha sido evaluada objetivamente. Hasta el año 2013, el inventario de las UMA en la entidad estaba integrado por 420 predios (figura 1), una cifra 37 veces mayor a la registrada en 1998, aunque existe una tendencia a la baja en la tasa de registro después de 2008 (SEMARNAT 2013a); esto constituye un crecimiento superior a 380% nacional para el mismo periodo (SEMARNAT 2013b).

Los predios registrados como UMA se concentran en la región de la Sierra Madre Occidental y específicamente en el municipio de Durango. Los grupos y especies principales de fauna son el venado cola blanca y bura (*Odocoileus virginianus* y *O. hemionus*), el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*), las aves acuáticas (*Anser* spp., *Anas* spp., *Aythya* spp., *Oxyura* spp., *Bucephala* spp. y *Grus canadensis*) y las palomas huilota y alas blancas (*Zenaida macroura* y *Z. asiatica*).

El crecimiento y la distribución de este sector no es uniforme dentro del estado, sino que parece estar determinado por el tipo de ecosistemas, por el acceso desde zonas urbanas e incluso por la disponibilidad de subsidios gubernamentales otorgados principalmente por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), los cuales ascienden a 47 millones de pesos desde el año 2006 (CONAFOR 2013) para el fomento del manejo de fauna como una actividad productiva alterna al manejo forestal. De esta forma, 70% de las UMA se ubican en zonas con actividades forestales maderables de los municipios de Durango, Canatlán, San Dimas, Santiago Papasquiaro y Mezquital.

Según el tipo de ecosistema, 300 UMA se ubican en los bosques templados de pino, bosques de encino y bosques mixtos de la Sierra Madre Occidental; 93 se encuentran en las zonas semiáridas y 27 en los pastizales de pie de monte y llanuras. La capital del estado parece ser un foco de atracción, ya que el municipio de Durango concentra 21% del total de predios registrados, mientras que ninguno de los municipios restantes alcanza individualmente 10% (SEMARNAT 2013a).

Una obligación de los responsables de las UMA es llevar a cabo evaluaciones periódicas de las poblaciones bajo manejo y de su hábitat. El parámetro de mayor peso es la abundancia de la población, siendo los conteos totales, los conteos de distancia, los conteos en banda o en cuadrante, y los métodos indirectos basados en el conteo de rastros, las técnicas más frecuentes para su evaluación. Estas técnicas se aplican bajo condiciones

Chacón de la Cruz, J.E. 2017. Caracterización de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 125-128.

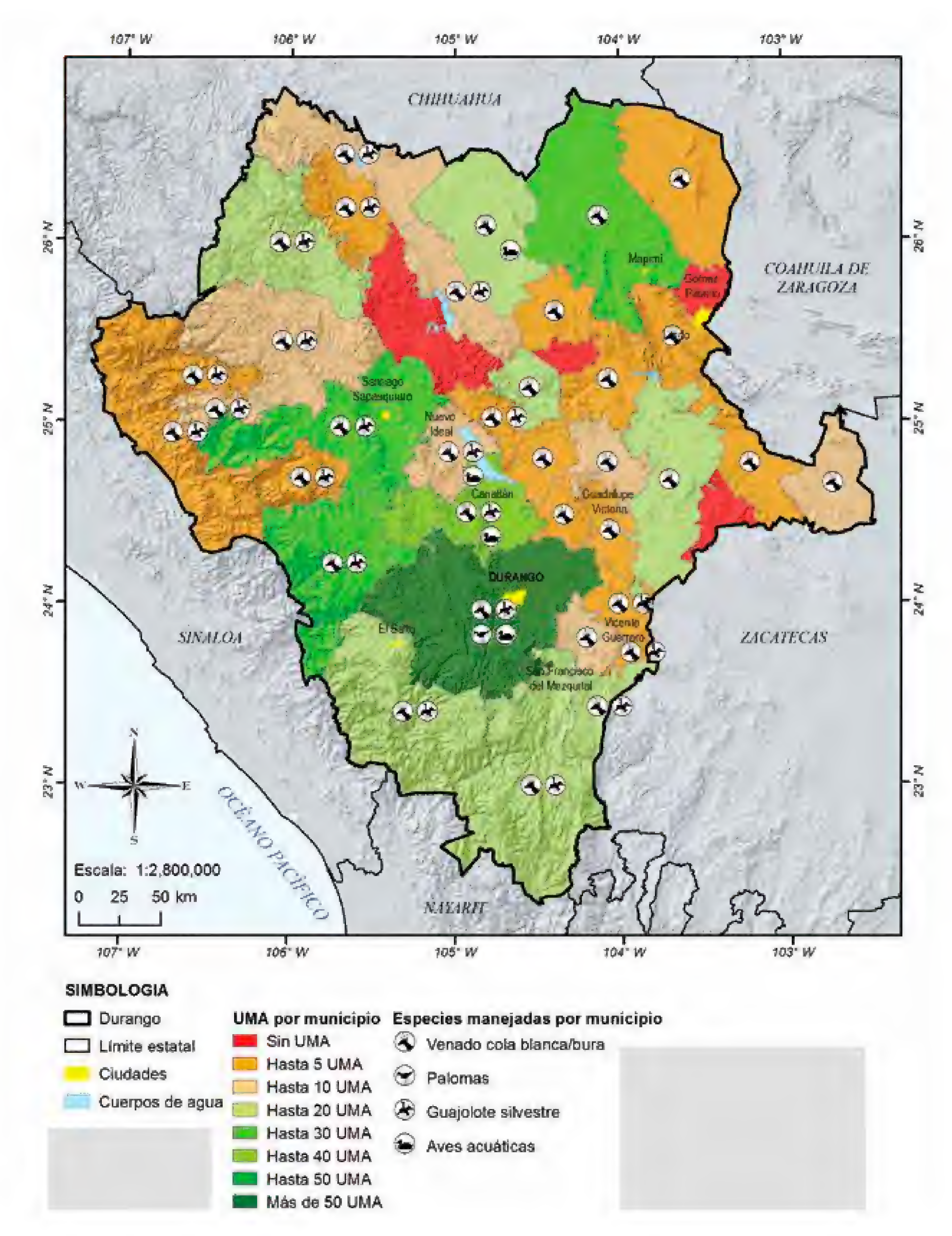


Figura 1. Distribución de UMA por municipio y grupos de especies bajo manejo.

ambientales variadas y en épocas distintas, por lo que no es viable comparar sus resultados o analizarlos en forma conjunta. Por otro lado, los criterios seguidos por la SEMARNAT para decidir la tasa de aprovechamiento por predio (es decir, el número máximo permitido de animales por extraer) no son claros, o bien, no han sido expuestos de forma suficiente ante los manejadores de fauna. Una consecuencia de estas omisiones es la incapacidad para establecer una relación de causa-efecto entre la presión de extracción y el tamaño de las poblaciones, necesaria para determinar el riesgo de sobreexplotación.

El manejo del hábitat no se ha constituido aún como un elemento clave del manejo de fauna; de esta forma, una práctica común entre los responsables de las UMA es programar acciones de manejo que no están orientadas al cumplimiento de metas. Adicionalmente, la manipulación de los componentes del hábitat (modificación de la vegetación, el suelo o las fuentes de agua) tiene restricciones establecidas en la LGEEPA, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y en algunas normas oficiales mexicanas. En estos casos, los propietarios pueden estar obligados a realizar estudios complementarios y a cubrir pagos de derechos por trámites en materia de impacto ambiental o de cambio de uso de suelo, causando gastos extras a la inversión original.

POSIBLES RIESGOS A CAUSA DE FALTA DE INFORMACIÓN Y UN MANEJO INADECUADO

El desempeño de las UMA como instrumento de conservación a nivel nacional ha sido cuestionado en cuanto a su validez técnica, sustento científico y cumplimiento de las metas del PCVS; asimismo, la especialización, la sobreexplotación de poblaciones y la conversión del hábitat han sido señaladas como riesgos típicos de los instrumentos de conservación basados en estrategias de mercado (Freese y Trauger 2000). En este sentido, Sisk y colaboradores (2007) y Gallina-Tessaro y colaboradores (2009), advierten del riesgo de conversión del hábitat por especialización en la cacería deportiva y la posibilidad de afectar la viabilidad de las especies poco atractivas; asimismo, reportan el abandono de las prácticas de manejo extensivo con una tendencia hacia el manejo intensivo, la suplementación y el control no justificado de depredadores. Diferentes valoraciones de las UMA realizadas en distintas regiones del país, reportan un bajo grado de sustentabilidad, así como deficiencias en las estrategias de manejo, monitoreo del hábitat y conocimiento de las leyes relativas al manejo de la fauna (García-Marmolejo *et al.* 2008). La ambigüedad en los objetivos de manejo, la falta de evaluaciones poblacionales y la omisión de informes por parte de los responsables técnicos, se reconocen también como carencias importantes (Schroeder *et al.* 2009; CONABIO 2012).

A nivel estatal, se advierten algunas de las señales mencionadas anteriormente; destaca la escasa diversificación en cuanto a usos y especies de interés. Gran parte de las UMA ofrecen servicios orientados a la cacería deportiva, o al menos han formulado planes de manejo con este perfil. El uso extractivo de especies como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*) se practica en 71% de los predios, mientras que 29% está orientado a la extracción de aves acuáticas (*Anser, Chen, Anas, Aythya, Grus*), de palomas (*Zenaida*), de pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*) o venado bura (*Odocoileus hemionus*), principalmente. Una proporción menor a 1% practica la observación de fauna silvestre, la captura de aves canoras y la colecta de alacranes (*Centruroides suffusus*) (SEMARNAT 2013a) como una variante local de aprovechamiento para la elaboración de *souvenirs*.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las UMA se han convertido en una figura exitosa en cuanto al número de predios y superficie incorporadas en la entidad; éstas pueden caracterizarse como un sector en crecimiento, complementario a la actividad forestal y orientadas al uso cinegético, pero con ciertas deficiencias en su ejecución y seguimiento que deben remediarse y las cuales se enlistan a continuación:

- Los usos de la fauna son predominantemente consuntivos. Los usos no extractivos son aún incipientes.
- El sector se ha especializado en la producción de venado cola blanca y guajolote silvestre en la Sierra Madre Occidental.
- Las acciones de manejo de hábitat son ambiguas y difíciles de evaluar.
- Las evaluaciones poblacionales no son equiparables y no pueden analizarse de forma conjunta.
- Se desconoce la relación entre la tasa de extracción y el tamaño de las poblaciones.
- Hay restricciones legales para la manipulación del hábitat, no reguladas directamente por la Ley General de Vida Silvestre. Las UMA han sido valoradas sólo en términos administrativos, tomando como base el número de proyectos y la superficie incorporada.

Sin embargo, la evaluación de los efectos sobre el hábitat y las poblaciones, así como sus implicaciones para la conservación de la biodiversidad, continúa siendo una asignatura pendiente.

Es necesario corregir las deficiencias anteriores para lograr un instrumento de gestión integral y sostenible, que se ajuste a los objetivos del PCVS. Los beneficios económicos y sociales generados por el uso de la fauna son variables y dependen en gran parte de la habilidad de los propietarios y técnicos de la UMA para posicionar sus servicios en el mercado local y nacional. Contrariamente, los beneficios para la fauna son cuestionables, pues no se cuenta con evidencias de que la calidad de los hábitats silvestres haya mejorado sustancialmente en los últimos años, lo cual agrega un mayor grado de incertidumbre a la viabilidad de las actividades económicas basadas en la vida silvestre.

REFERENCIAS

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012. Proyecto de evaluación de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) 1997-2008. Resultados de la fase I: gestión y administración. Proyectos CONABIO: HV003, HV004, HV007, HV012 y HV019. CONABIO, México.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2013. Subgerencia de producción y productividad. Base de datos Gerencia Estatal Durango. CONAFOR, México.

Contreras-Gil, J., E. Mellin, M.C. Alcalá-Álvarez *et al.* 2010. Estado de la cacería deportiva como una alternativa económica de diversificación productiva para el municipio de Ensenada, Baja California. *Investigación Ambiental* 2(1):65-74.

Freese, C.H. y D.L. Trauger. 2000. Wildlife markets and biodiversity conservation in North America. *Wildlife Society Bulletin* 28(1):42-51.

Gallina-Tessaro, S.A., A. Hernández-Huerta C.A. Delfin-Alfonso *et al.* 2009. Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación Ambiental* 1(2):143-152.

García-Marmolejo, G., G. Escalona-Segura y H. Van der Wal. 2008. Multicriteria evaluation of wildlife management units in Campeche, Mexico. *Journal of Wildlife Management* 72(5):1194-1202.

Schroeder, R.L., R.A. Medellín, O. Ramírez y A. Rojo 2009. La importancia de los objetivos de hábitat en los planes de manejo de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). *Investigación Ambiental* 1(2):136-142.

SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1997. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva del sector rural 1997-2000. SEMARNAP/INE, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013a. Archivo de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre en el estado de Durango. SEMARNAT-Durango, México.

—. 2013b. Unidades de manejo para el aprovechamiento de la vida silvestre (UMA). Superficies registradas al 13 de mayo del 2013. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/vidasilvestre/grafica_sup.pdf*>, última consulta: 16 de septiembre de 2014.

Sisk T.D, A.E. Castellanos y G.W. Koch. 2007. Ecological impacts of wildlife conservation units policy in Mexico. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(4):209-212.

Áreas naturales protegidas

Laura Isabel Rentería Arrieta • Eusebio Montiel Antuna

INTRODUCCIÓN

Las áreas naturales protegidas (ANP) son reconocidas como uno de los instrumentos legales de conservación de la diversidad biológica más importantes (Cantú *et al.* 2004). Se trata de regiones silvestres con escaso disturbio, que protegen especies y ecosistemas (UNEP y WCMC 2008); guardan valores culturales, brindan bienes y servicios esenciales para el bienestar humano, así como también espacios para la investigación ecológica y la educación, dado que pueden contribuir de manera significativa a las economías locales si se desarrollan modalidades de turismo sostenibles y compatibles con el medio ambiente.

Las ANP en México son zonas del territorio nacional, donde la nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas (SEDUE 1988).

La necesidad de crear un movimiento internacional para proteger estos sitios surgió después de la primera guerra mundial, al plantearse inquietudes en el mundo entero respecto de la protección a largo plazo de determinadas áreas de gran valor cultural y natural. Desde la década de 1970, las organizaciones y convenios internacionales han fomentado el establecimiento de sitios internacionales y han alentado a los gobiernos nacionales a fijar diversos objetivos que atañen a la protección. En junio de 1992 se celebró en Río de Janeiro (Brasil) la Cumbre para la Tierra, con la finalidad de reunir a las naciones para alcanzar un acuerdo mundial sobre el desarrollo sostenible. El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) fue uno de los acuerdos más importantes que surgió de la Cumbre para la Tierra, el cual firmaron 150 jefes de gobierno y entró en vigor en diciembre de 1993. Los objetivos del Convenio son los siguientes: "[...] la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación adecuada" (UNEP y WCMC 2008).

Al ser las áreas protegidas un componente esencial de las estrategias de conservación nacionales y mundiales, su creación y administración son un aspecto central del artículo 8 del CDB, sobre "Conservación *in situ*" (SCDB 2004). El gobierno mexicano firmó y ratificó el 11 de marzo de 1993 el CDB, en el que ha tomado parte activa para su consolidación. Los objetivos del Convenio empiezan a integrarse a la legislación nacional y a orientar las políticas de algunos sectores del país, creando así oportunidades para que México reexamine su relación con la naturaleza, impulse nuevas asociaciones a escala mundial, armonice sus actividades nacionales y fomente nuevas actividades económicas (CONABIO y UAEM 2004).

CREACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE ANP EN MÉXICO[1]

En México, la política de ANP se inicia en 1876 con la expropiación del Desierto de los Leones, en función, sobre todo, de la importancia de sus manantiales. En 1919, esta misma zona se transformaría en el primer parque nacional del país. Durante el periodo 1934-1940 en la administración del presidente Lázaro Cárdenas, se decretaron 36 parques nacionales con una extensión de 800 000 ha. La adscripción sectorial de los parques nacionales como ANP fue cambiante y azarosa, pasando de la Secretaría de Agricultura a la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) en los

1 La información de este apartado fue tomado de Rentería-Arrieta 2010.

Rentería-Arrieta, L.I. y E. Montiel-Antuna. 2017. Áreas naturales protegidas. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 129-171.

setenta, y después a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) a principios de los ochenta, para volver a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) en 1992, y ubicarse finalmente en 1995 en la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), a cargo del Instituto Nacional de Ecología (INE).

A fines de la década de los setenta se introducen nuevos elementos conceptuales y de manejo para las ANP, destacando la fórmula de reserva de la biosfera. Este concepto aparece en el marco del Programa El Hombre y La Biosfera (MAB, por sus siglas en inglés) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés). A partir de 1983, con la creación de la SEDUE, empieza un proceso vigoroso de creación de reservas de la biosfera y de otras categorías de ANP (INE y SEMARNAP 1996). De igual forma, en 1983 se crea el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) para ordenar y clasificar a las ANP, de modo que se cumplieran los propósitos de conservar la biodiversidad; pero no fue hasta 1988, con la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), cuando a través del título segundo capítulo I y II se establecen jurídicamente las categorías declaratorias y ordenamientos de las ANP (SEMARNAP *et al.* 1995). A nivel mundial, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha establecido seis categorías, y en México, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) ha establecido el mismo número (cuadro 1).

En 1996, el INE y la SEMARNAP presentan el diagnóstico y las propuestas principales del Programa de Áreas Naturales Protegidas 1995-2000 con lo que se pretende, entre otras cosas, una eficaz administración y un aumento en número de las mismas.

En el año 2000 se crea la CONANP como órgano desconcentrado de la SEMARNAT para manejar y administrar las ANP federales del país (CONANP 2014). El 20 de julio de 2007 en el Diario Oficial de la Federación se publica el acuerdo por el que se establecen nueve direcciones regionales que funcionarán en coadministración con las direcciones de las ANP. Las atribuciones de ambas están establecidas en el artículo 150 del Reglamento Interior de la SEMARNAT y en el artículo 150 bis:

- Dirección del ANP: La unidad administrativa encargada de la administración, manejo y conservación del ANP de competencia de la Federación, establecida en la circunscripción territorial determinada por la declaratoria respectiva, adscrita a la CONANP.
- Dirección Regional: La unidad administrativa de la CONANP, encargada de coordinar y supervisar, dentro de la circunscripción territorial de su competencia, las acciones de administración, manejo y conservación.

La Dirección Regional para la Reserva de la Biosfera La Michilía y Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Alimentadora de Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit, es la región Norte y Sierra Madre Occidental; para la Reserva de la Biosfera Mapimí es la región Noreste y Sierra Madre Oriental; y para el Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Alimentadora de Distrito Nacional de Riego 075 Río Fuerte es la región Península de Baja California y Pacífico Norte.

En México se han creado ANP federales, estatales, municipales, privadas y sociales (Bezaury-Creel *et al.* 2009). En el 2016, se cuenta con 177 ANP federales que cubren un total de 25 628 239 ha, es decir, 13% del territorio nacional (CONANP 2016a). Se tenía registro hasta el año 2009 de 279 ANP estatales (incluida la Ciudad de México) con decreto vigente, que no se encontraban sobrepuestas a ANP federales, ocupaban 3 309 417 ha, y su cobertura representaba 1.56% de la superficie terrestre e insular; esta cobertura comprendía casi 14% del total de la superficie de las ANP decretadas en México en esa fecha. De igual forma, un total de 85 ANP municipales con decreto vigente habían sido establecidas en 10 de las 32 entidades federativas del país. Las 84 ANP municipales que no se encontraban sobrepuestas a ANP federales o estatales, abarcaban 124 065 ha y representaban apenas 0.063% de la superficie terrestre e insular, y 0.052% de la superficie de las ANP decretadas en México. El desarrollo de ANP privadas y sociales en el país es el resultado de múltiples esfuerzos individuales, aislados y dispersos efectuados por una gran diversidad de actores sociales. Es indispensable reconocer que buena parte de la biodiversidad terrestre mexicana se ubica en terrenos que pertenecen a comunidades, ejidos y pequeños propietarios y que, en muchos de los casos, no se deben incluir en un régimen de protección gubernamental (Bezaury-Creel *et al.* 2009).

A partir del 2010, a iniciativa de los estados, se formó la Red Nacional de Sistemas Estatales de Áreas Naturales Protegidas de México, con la finalidad de fortalecer los Sistemas Estatales de Áreas Naturales Protegidas en el país, y en el 2013 se construyó un portal en donde se puede encontrar información referente a las ANP estatales decretadas por cada estado. Para el 2016 existen 368 ANP pertenecientes a 32 entidades federativas (RANP 2016); 156 han publicado sus programas de manejo, de

Cuadro 1. Categorías de manejo de las ANP

CONANP			UICN		
Cantidad	**Categoría**	**Descripción**	**Categoría**	**Título**	**Descripción**
41	Reservas de la biosfera	Son áreas representativas de uno o más ecosistemas no alterados por la acción del ser humano o que requieran ser preservados y restaurados, en las cuales habitan especies representativas de la biodiversidad nacional, incluyendo a las consideradas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.	Ia	Reserva natural estricta	Son áreas estrictamente protegidas, reservadas para proteger la biodiversidad, así como los rasgos geográficos/ geomorfológicos en las que las visitas, el uso y los impactos están estrictamente controlados y limitados para asegurar la protección de los valores de conservación. Estas áreas pueden servir como referencia indispensable para la investigación científica y el monitoreo.
			Ib	Área silvestre	Áreas no modificadas o ligeramente modificadas de gran tamaño, que retienen su carácter e influencia natural, sin asentamientos humanos significativos o permanentes, que están protegidas y gestionadas para preservar su condición natural.
66	Parques nacionales	Áreas con uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o por otras razones análogas de interés general.	II	Parque nacional	Son extensas áreas naturales o casi naturales establecidas para proteger procesos ecológicos a gran escala, junto con el complemento de especies y ecosistemas característicos del área, que también proporcionan la base para oportunidades espirituales, científicas, educativas, recreativas y de visita que sean ambiental y culturalmente compatibles.

Cuadro 1. Continuación

CONANP			UICN		
Cantidad	**Categoría**	**Descripción**	**Categoría**	**Título**	**Descripción**
5	Monumentos naturales	Áreas que contienen uno o varios elementos naturales, consistentes en lugares u objetos naturales, que por su carácter único o excepcional, interés estético, valor histórico o científico, se resuelva incorporar a un régimen de protección absoluta. Tales monumentos no tienen la variedad de ecosistemas ni la superficie necesaria para ser incluidos en otras categorías de manejo.	III	Monumento o característica natural	Son áreas que se establecen para proteger un monumento natural concreto, que puede ser una formación terrestre, una montaña submarina, una caverna submarina, un rasgo geológico como una cueva o incluso un elemento vivo como una arboleda antigua. Normalmente son áreas bastante pequeñas y a menudo tienen un gran valor para los visitantes.
8	Áreas de protección de recursos naturales	Son áreas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales localizados en terrenos forestales de aptitud preferentemente forestal, siempre que dichas áreas no queden comprendidas en otra de las categorías previstas en el artículo 46 de la LGEEPA.	IV	Área de gestión de hábitats/ especies	El objetivo de estas áreas es la protección de hábitats o especies concretas y su gestión refleja dicha prioridad. Muchas de estas áreas van a necesitar intervenciones activas habituales para abordar las necesidades de especies concretas o para mantener hábitats, pero esto no es un requisito de la categoría.
39	Áreas de protección de flora y fauna	Son áreas establecidas de conformidad con las disposiciones generales de la LGEEPA y otras leyes aplicables en lugares que contienen los hábitats de cuya preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de especies de flora y fauna silvestres.	V	Paisaje terrestre/ marino protegido	Es un área en la que la interacción entre los seres humanos y la naturaleza han producido un área de carácter distintivo con valores ecológicos, biológicos, culturales y estéticos significativos; y en la que salvaguardar la integridad de dicha interacción es vital para proteger y mantener el área, la conservación de su naturaleza y otros valores.

Cuadro 1. Continuación

CONANP			UICN		
Cantidad	**Categoría**	**Descripción**	**Categoría**	**Título**	**Descripción**
18	Santuarios	Áreas establecidas en zonas caracterizadas por una considerable riqueza de flora o fauna o por la presencia de especies, subespecies o hábitat de distribución restringida. Abarcan cañadas, vegas, relictos, grutas, cavernas, cenotes, caletas u otras unidades topográficas o geográficas que requieran ser preservadas o protegidas.	VI	Área protegida con uso sostenible de los recursos naturales	Son áreas que conservan ecosistemas y hábitats, junto con los valores culturales y los sistemas tradicionales de gestión de recursos naturales asociados a ellos. Normalmente son extensas, con una mayoría del área en condiciones naturales, en las que una parte cuenta con una gestión sostenible de los recursos naturales, y en las que se considera que uno de los objetivos principales del área es el uso no industrial y de bajo nivel de los recursos naturales, compatible con la conservación de la naturaleza.

Fuente: SEDUE 1988, UICN 2012.

los cuales 12 no tienen fecha de publicación, y considerando que el periodo de validez de estos programas es de cinco años, únicamente 18 están vigentes. De las 177 ANP federales, 96 han publicado su programa de manejo, y sólo 43 tienen su programa vigente (CONANP 2016a).

Es importante mencionar que un compromiso inicial de la administración de la CONANP fue que todas las ANP del país contaran con un programa de manejo; se fundamenta en lo establecido en los artículos 23, 24 y 25, y en el apartado II del artículo 47 bis de la LGEEPA, así como en los lineamientos de su reglamento en materia de ANP, ya que este programa permite delimitar áreas definidas de acuerdo con necesidades particulares de protección, en función de la vocación natural del suelo, y de su uso actual y potencial. De esta manera, se garantiza la compatibilidad entre el uso de recursos y la conservación.

Esta delimitación puede ejercer de manera efectiva las actividades de manejo y conservación de las ANP, definiendo regímenes diferenciados en cuanto al manejo y a las actividades permisibles en cada una de ellas (SEDUE 1988).

El manejo de un área protegida envuelve un sinnúmero de elementos interconectados entre sí, para asegurar el sostenimiento a largo plazo de sus valores naturales, culturales y sociales. La interrelación de estos elementos (de carácter legal, administrativo, social, institucional, científico, financiero y de planificación, entre otros) requiere una estrategia de planificación flexible y dinámica que guíe el manejo apropiado de un área protegida. Por otra parte, igualmente importante es realizar evaluaciones periódicas de la efectividad del manejo de las mismas como parte de su gestión. Conociendo la situación en la que se encuentran las acciones y componentes del manejo, será más fácil para el administrador tomar decisiones, con conocimiento claro de los problemas y de sus causas. La evaluación del manejo permite mejorar las estrategias de planificación, hacer más eficientes las acciones y programas de manejo, y se convierte en un elemento muy valioso para la consecución de financiamiento (Cifuentes *et al.* 2000).

¿CUÁNTO PROTEGER?

El Congreso Mundial de Parques es un evento que se celebra cada 10 años y que constituye el principal foro mundial para definir el programa para las áreas protegidas. Estos congresos han sentado las bases de las

principales tendencias en la conservación. El primero de estos se llevó a cabo en Seattle, Estados Unidos, en 1962 (UICN y CMAP 2000). En el Cuarto Congreso Mundial de Parques celebrado en Caracas, Venezuela, en 1992, se recomendó que para el año 2000 cada bioma debería tener al menos 10% de su superficie protegida (UICN 2003); sin embargo, los pocos estudios disponibles para determinar las áreas requeridas para sostener los procesos ecológicos o mantener poblaciones viables de especies nativas son con frecuencia de dos a seis veces mayores (Odum 1970, Cox *et al.* 1994, Noss 1996, Soulé y Sanjayan 1998).

La extensión de la red mundial de áreas protegidas seguirá creciendo, toda vez que los gobiernos, comunidades, organizaciones e individuos, promuevan otras áreas silvestres para su protección oficial, en respuesta a la crisis de biodiversidad actual (Bertzky *et al.* 2012). En términos de superficie terrestre, las áreas protegidas son ahora una de las más importantes asignaciones de uso de la tierra en el planeta (Chape *et al.* 2008).

Entre las metas establecidas para el año 2020 en cuestión de protección de la biodiversidad (acordadas en el marco del CDB en la COP 10 de Nagoya, Japón, conocidas como las Metas de Aichi), se encuentra el compromiso de proteger al menos 17% de los ecosistemas representativos del planeta (CDB y PNUMA 2011).

Desde 2010, la cobertura de áreas protegidas terrestres se ha incrementado cerca de un millón de km² y 126 000 km² desde el 2012. En total, 20.6 millones de km² (15.4%) de zonas terrestres y aguas continentales están ahora cubiertas por áreas protegidas. Para cubrir la superficie que se propone en las Metas de Aichi (meta 11), sería necesario adicionar 2.2 millones de km² (Bignoli *et al.* 2014).

En México, para el año 2016, se cuenta con una superficie protegida terrestre de 13.8% que incluye además de las ANP federales, las áreas destinadas voluntariamente a la conservación, superficies de manejo forestal certificado y áreas protegidas estatales y municipales; mientras que la superficie marítima protegida cubre tan solo 1.8% del 10% establecido en la meta 11 (cuadro 2).

Para el caso de los tipos de vegetación en las ANP presentes en el país, cubren principalmente a la vegetación de tipo matorral xerófilo, manteniendo un déficit en la superficie protegida para el bosque mesófilo de montaña, selva espinosa y selva subcaducifolia, entre otros (figura 1).

OTRAS ÁREAS PRIORITARIAS PARA CONSERVACIÓN

La CONABIO propone proteger una mayor cantidad de áreas naturales (Arriaga *et al.* 2000), para lo cual define 70 regiones terrestres prioritarias (RTP) para el país, que consideran criterios ambientales (integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.). Para Durango corresponden 12 RTP y zonas aledañas (figura 2); en el Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (SEMARNAT 2008) se mencionan 14 RTP. La CONABIO también reconoce para México, en una segunda fase en 1998, 230 áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA), de las cuales 12 son para Durango (figura 3), y coinciden parcialmente con las RTP. Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico que incluye las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área.

El programa de las regiones hidrológicas prioritarias (RHP) inició en 1998 con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pudiera ser considerado por los diferentes sectores en el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. Se identificaron 110 RHP, de las cuales nueve son para Durango (figura 4).

Además de las RTP, las AICA, las RHP y las ANP federales y estatales, se han definido algunas otras áreas con prioridades de conservación para Durango: Lammertink y colaboradores (1995, citado en SEMARNAT 2008) proponen para protección el predio Las Bufas; González-Elizondo (1997, citada en SEMARNAT 2008) plantea el área de la cuenca alta del río Mezquital en el sur del estado; González-Elizondo y colaboradores (1999) sugieren a la cañada del arroyo El infierno en el ejido El Brillante; y la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado (SRNYMA) ha encargado la elaboración del estudio técnico justificativo para decretar la región de las Grutas del Rosario en el municipio de Lerdo como ANP (SEMARNAT 2008). A la fecha, sólo se ha consolidado la creación de la cañada del arroyo El Infierno, que lleva como nombre "Área de Protección de Recursos Naturales Quebrada de Santa Bárbara".

Cuadro 2. Superficie protegida en México bajo diversos esquemas.

Concepto	Superficie terrestre (ha)	Superficie terrestre (%)	Superficie marítima (ha)	Superficie marítima (%)
Áreas naturales protegidas federales*	20 575 612.64	10.50	4 855 983.91	1.50
Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC)*	3 928 020.74	2.00	-	0.00
Superficie manejo forestal certificado**	198 288.29	0.10	-	0.00
Áreas protegidas estatales**	325 769.25	0.20	-	0.00
Áreas protegidas municipales**	2 041 895.92	1.00	-	0.00
Refugios pesqueros**	-		754 033.97	0.20
Superficie no protegida**	169 367 913.16	86.20	309 381 982.12	98.20
Total	**27 069 586.84**	**13.80**	**5 610 017.88**	**1.80**

*Información oficial de la CONANP.

**Información estimada a partir de SEMARNAT y CONANP 2016.

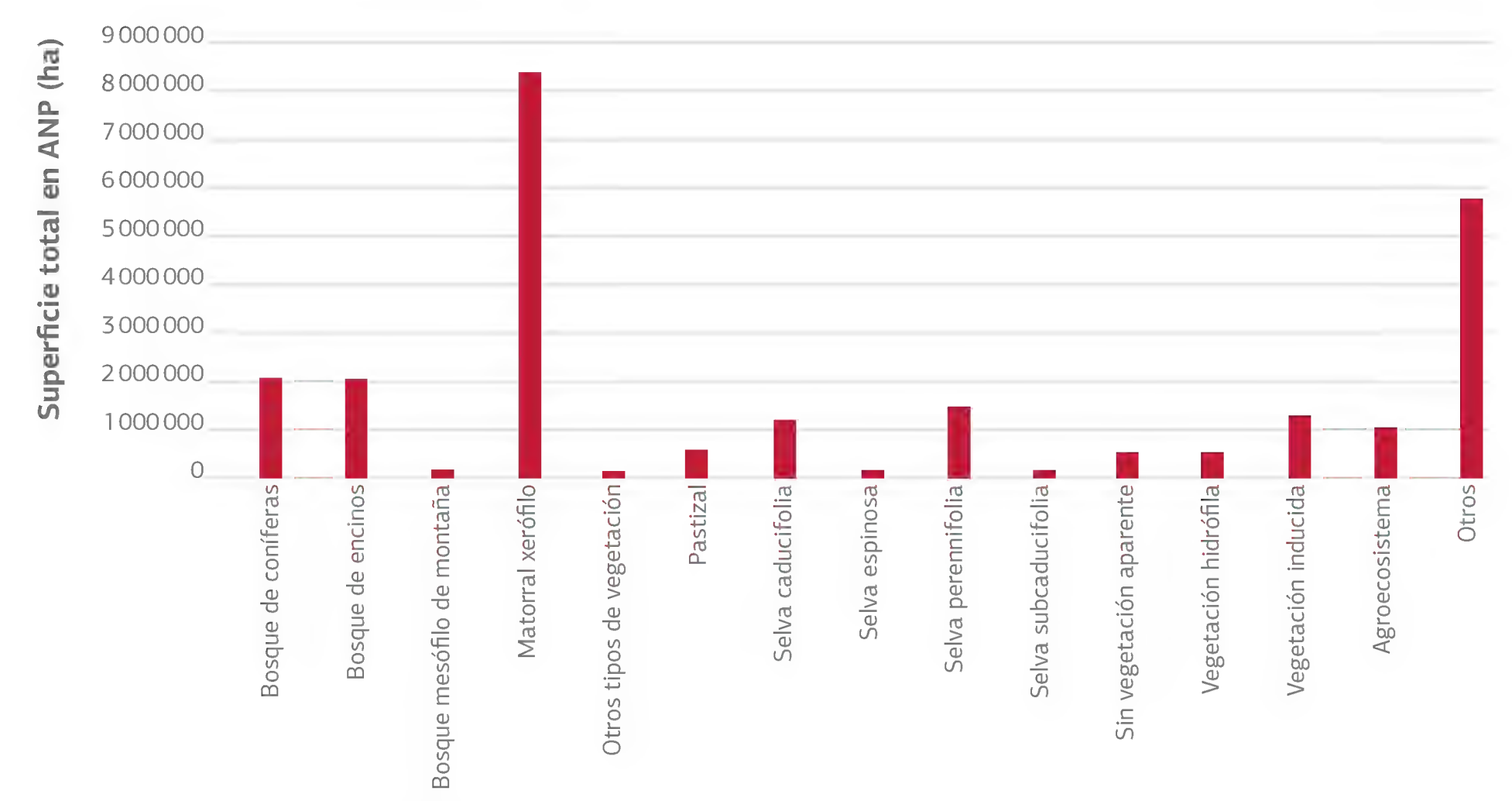


Figura 1. Distribución de la superficie protegida en ANP según los principales tipos de vegetación y uso del suelo del INEGI (serie V)
Fuente: SEMARNAT y CONANP 2016.

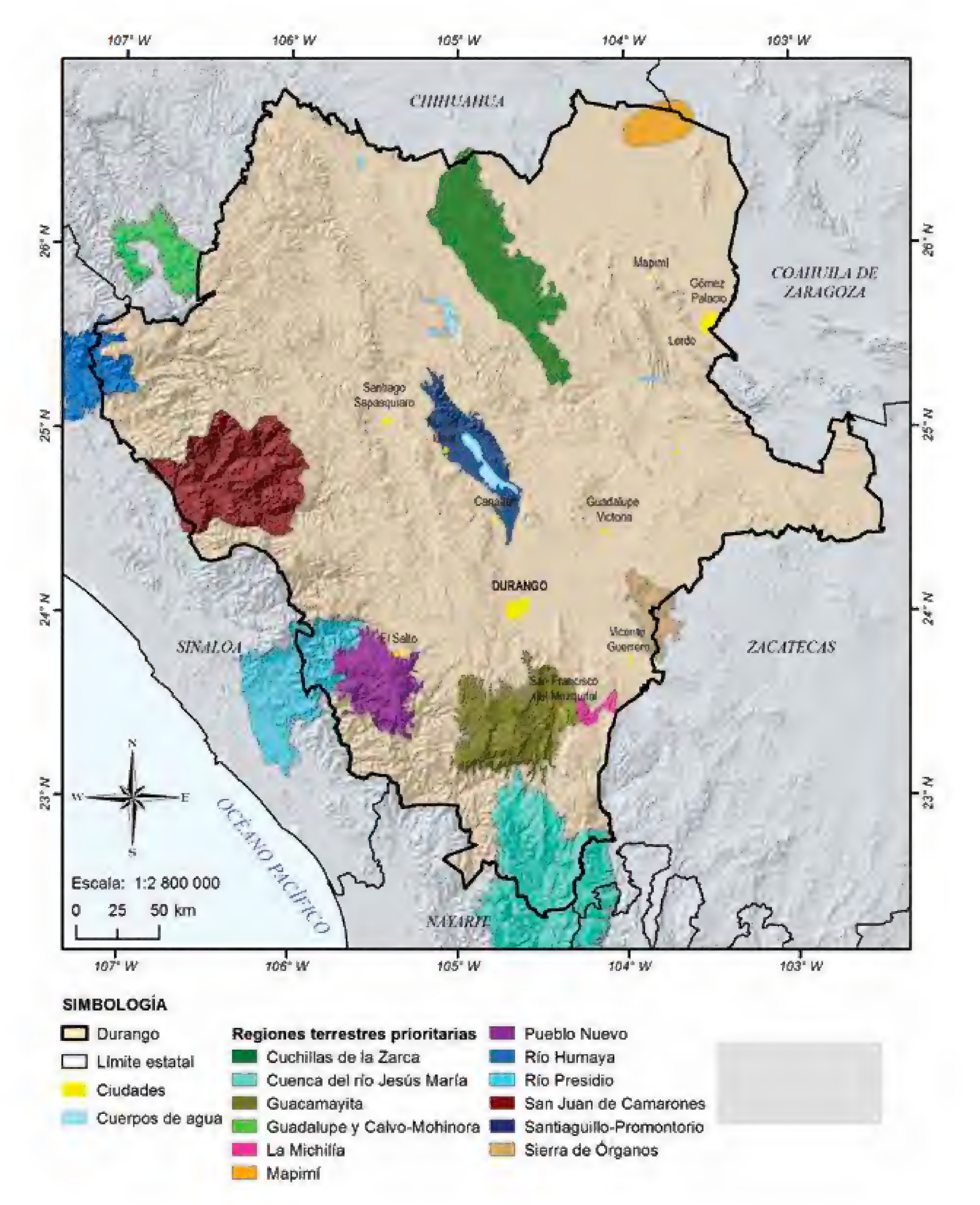


Figura 2. Regiones terrestres prioritarias (RTP).

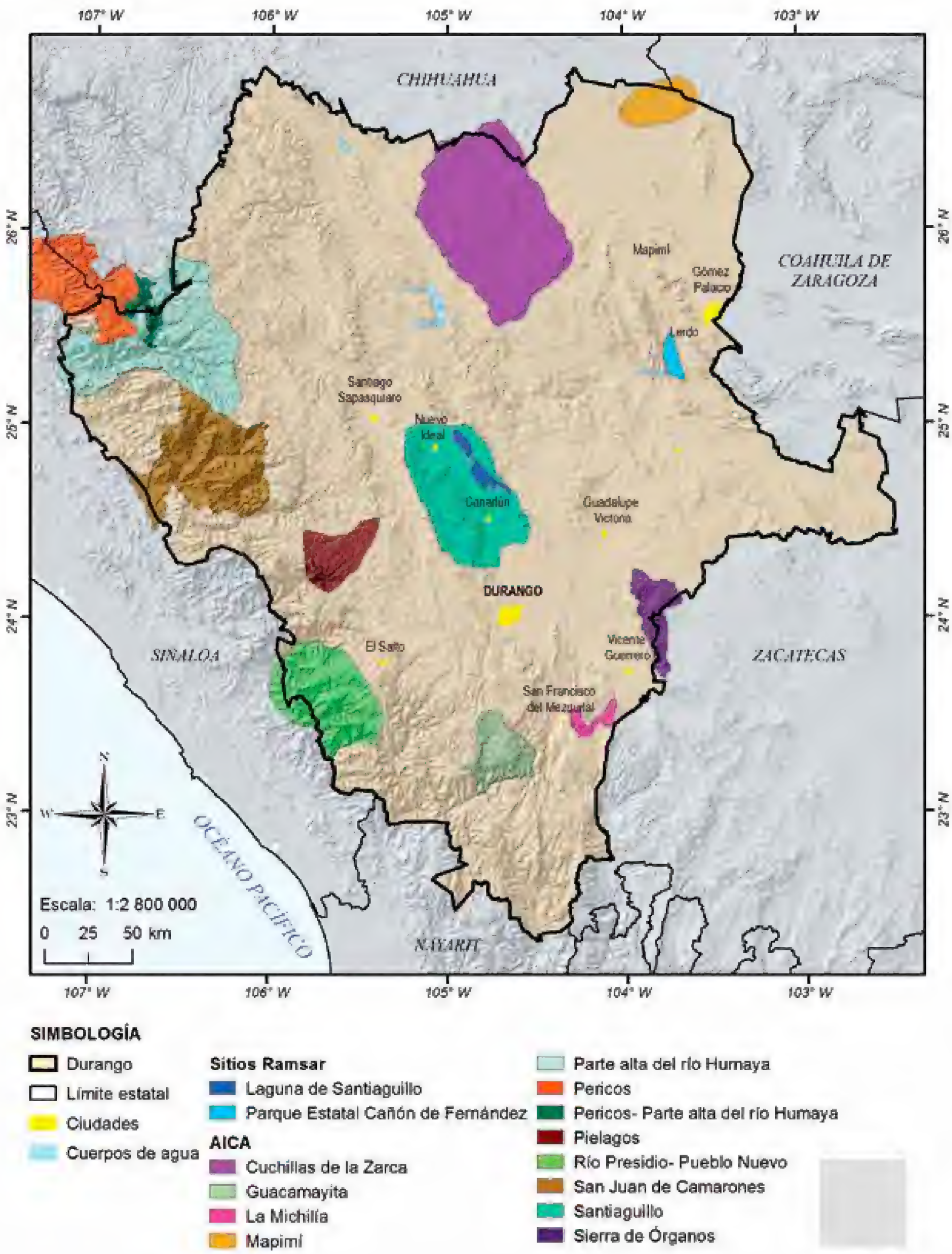


Figura 3. Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA).

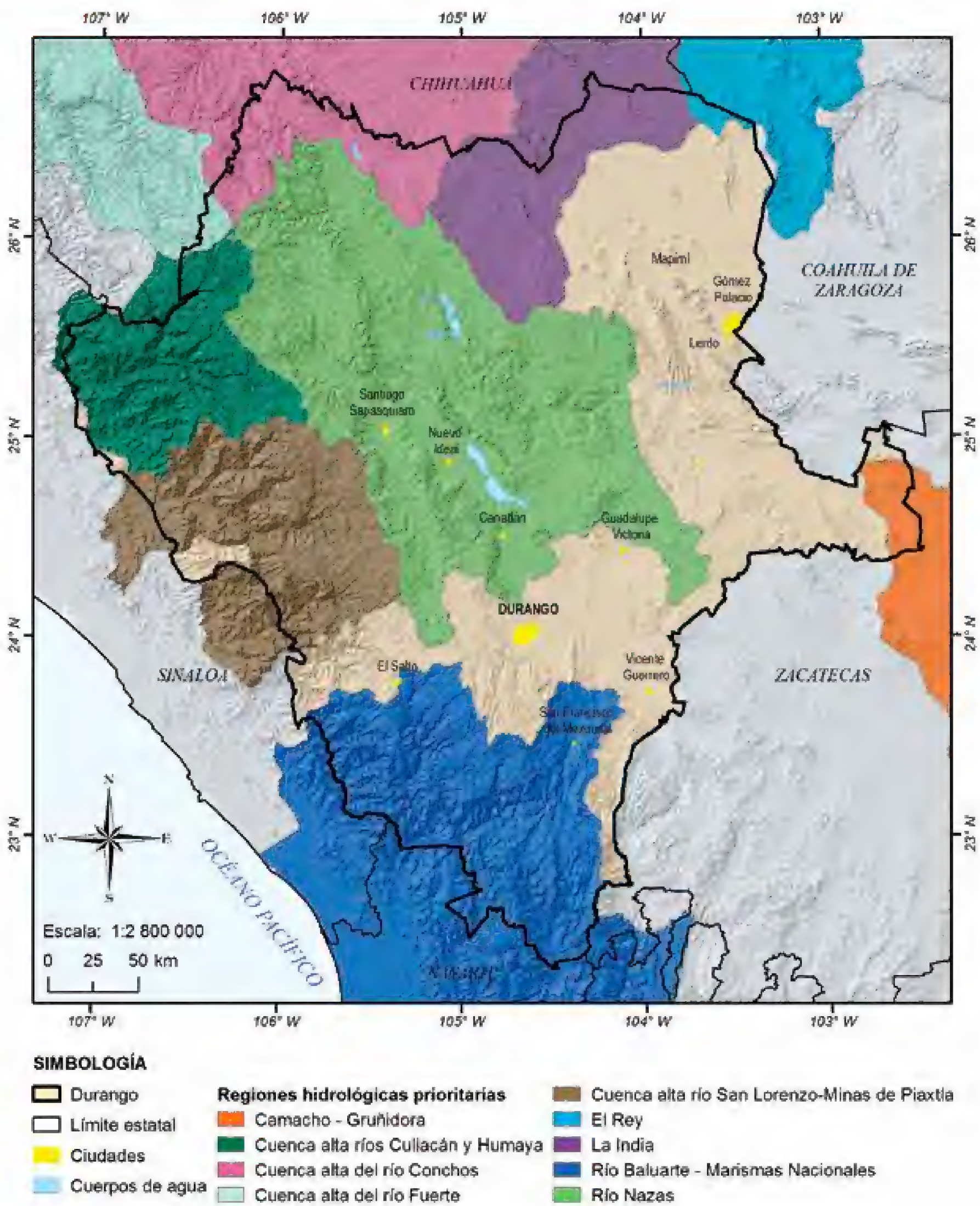


Figura 4. Regiones hidrológicas prioritarias (RHP).

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN DURANGO

El estado tiene a la fecha siete ANP oficialmente decretadas que suman un total de 876 036 ha, equivalentes a 7.1% de su territorio; cuatro son de jurisdicción federal y tres de jurisdicción estatal, estas últimas administradas por la SRNyMA, a través de la Subsecretaría de Medio Ambiente (cuadro 3, figura 5).

Este estado fue uno de los pioneros en el establecimiento de reservas de la biosfera a nivel mundial. La creación de las primeras reservas (Mapimí y Michilía) no requirió en un principio de ningún decreto oficial; la UNESCO aceptó esta singularidad como una contribución novedosa al naciente Programa El Hombre y La Biosfera (MAB).

La creación de las reservas inicia en 1974, cuando el Comité Mexicano del programa MAB y el Instituto de Ecología A.C. (INECOL) proponen al Gobierno del Estado establecer una reserva en La Michilía. Entre 1976 y 1977, este Comité, con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Gobierno del Estado, propuso como reserva de la biosfera al área de La Michilía ante la UNESCO, la cual fue aceptada por esa organización como área protegida bajo la categoría de reserva en 1977. En 1979 se publica el decreto que establece dicha área como zona de protección forestal, así como reserva integral de la biosfera, y finalmente en el 2000 se publicó el acuerdo mediante el cual se le otorga la categoría de reserva de la biosfera (SRH 1979).

La creación de la Reserva de la Biosfera Mapimí se da bajo la dirección del INECOL al igual que La Michilía, también en 1974, con la participación activa del Gobierno del Estado, CONACYT, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Secretaría de Educación Pública (SEP), Comités MAB-México y MAB-Estados Unidos, École Nórmale Supérieure de París, Universidad de Arizona, Musée National d'Histoire Naturelle de París, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y otras organizaciones. En 1977 se designó a Mapimí reserva de la biosfera por el programa MAB, y junto con La Michilía son las primeras reservas de la biosfera en México y de las primeras en el mundo. En 1979 fue decretada como zona de protección forestal, reserva integral de la biosfera y refugio faunístico. Mediante decreto emitido en el 2000, se declara área protegida con el carácter de reserva de la biosfera, abarcando los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango (CONANP 2006).

Mapimí y La Michilía fueron de las primeras reservas en las que a partir de 1975 se puso en práctica y se fue perfeccionando lo que se ha llamado "modalidad mexicana" de las reservas de la biosfera (Halffter 1984). De acuerdo con esta modalidad, es de vital importancia la incorporación de la población local a la actividad y programa de cada reserva. Estos primeros antecedentes se dieron con la información y discusión con las autoridades y población regional y local, de los primeros pasos a dar en estas ANP (Halffter 1988).

RESERVA DE LA BIOSFERA LA MICHILÍA

Características generales

Esta ANP se ubica al sureste del estado, y es un área representada por mesetas y pequeños cerros separados por valles y cañadas de diferente profundidad. La vegetación predominante es el bosque mixto seco en un gradiente altitudinal que va desde los 1 734 a los 2 950 msnm (INE 1996). Fisiográficamente, la reserva pertenece a la provincia de la Sierra Madre Occidental y a la subprovincia fisiográfica Gran Meseta y Cañones Duranguenses (INEGI 1997). Forma parte de dos cuencas hidrográficas, San Juan de Michis (RH11Ac601-I) y Toribia-Nana Juana (RH11Ac601-II) (Gadsden y Reyes-Castillo 1991).

El clima es templado subhúmedo en gran parte del área y templado semiseco en la zona de amortiguación. Presenta un régimen de lluvias estivales, con una precipitación que fluctúa entre los 600 y 860 mm; la época de lluvias inicia a finales de mayo y continúa hasta septiembre. Las lluvias de menor intensidad son en invierno y la temporada seca comprende de febrero a mayo. Las temperaturas medias anuales varían entre 11 y 12 °C (junio con 15.2 °C y enero con 5.8 °C) (Garza *et al.* 2004).

De acuerdo con la carta de CETENAL de 1970 (citado en SEMARNAP *et al.* 1995), en el norte de la zona de amortiguamiento el clima es templado-semiseco y en el resto de la reserva predomina un clima templado-subhúmedo. La precipitación fluctúa entre 600 y 850 mm; el periodo húmedo se presenta desde fines de mayo a septiembre; de octubre a enero las lluvias son ocasionales y de menor intensidad, y el periodo seco se presenta de febrero a mayo. La temperatura media anual varía entre 11 y 12 °C, siendo junio el mes más caliente (citado en SEMARNAP *et al.* 1995).

Cuadro 3. Áreas naturales protegidas

No.	Área natural protegida	Categoría	Fecha de decreto	Estados	Municipios	Injerencia	SINAP	Superficie (ha)
1	La Michilía	Reserva de la biosfera	18 de julio de 1979[2]	Durango	Súchil y El Mezquital[4]	Federal	———	9 421
2	Mapimí	Reserva de la biosfera	27 de noviembre de 2000[2]	Chihuahua, Coahuila y Durango	Mapimí y Tlahualilo[4]	Federal	———	195 453[1]
3	El Tecuán	Parque Estatal	30 de marzo de 2008	Durango	Durango	Estatal	———	902
4	Quebrada de Santa Bárbara	Área de Protección de Recursos Naturales	22 de junio de 2008	Durango	Pueblo Nuevo	Estatal	———	66
5	Cuenca Alimentadora de Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit	Área de Protección de Recursos Naturales	3 de agosto de 1949[3]	Aguascalientes, Durango, Jalisco, Nayarit y Zacatecas	Súchil, Pueblo Nuevo, Nombre de Dios, El Mezquital y Durango	Federal	Incluida	616 590[1]
6	Cañón de Fernández	Parque Estatal	25 de abril de 2004	Durango	Lerdo	Estatal	———	17 018
7	Cuenca Alimentadora de Distrito Nacional de Riego 075 Río Fuerte	Área de Protección de Recursos Naturales	3 de agosto de 1949[3]	Chihuahua, Durango, Sinaloa y Sonora	———	Federal	Incluida	36 586[1]
Total								**876 036**

NOTAS:

[1] Superficie correspondiente al estado de Durango.

[2] Acuerdo 7 de junio de 2000.

[3] Acuerdo 7 de noviembre de 2002.

[4] SEMARNAP *et al.* 1995.

Fuente: Congreso de la Unión 1917a-c; SEMARNAT *et al.* 1995, Congreso del Estado 2008.

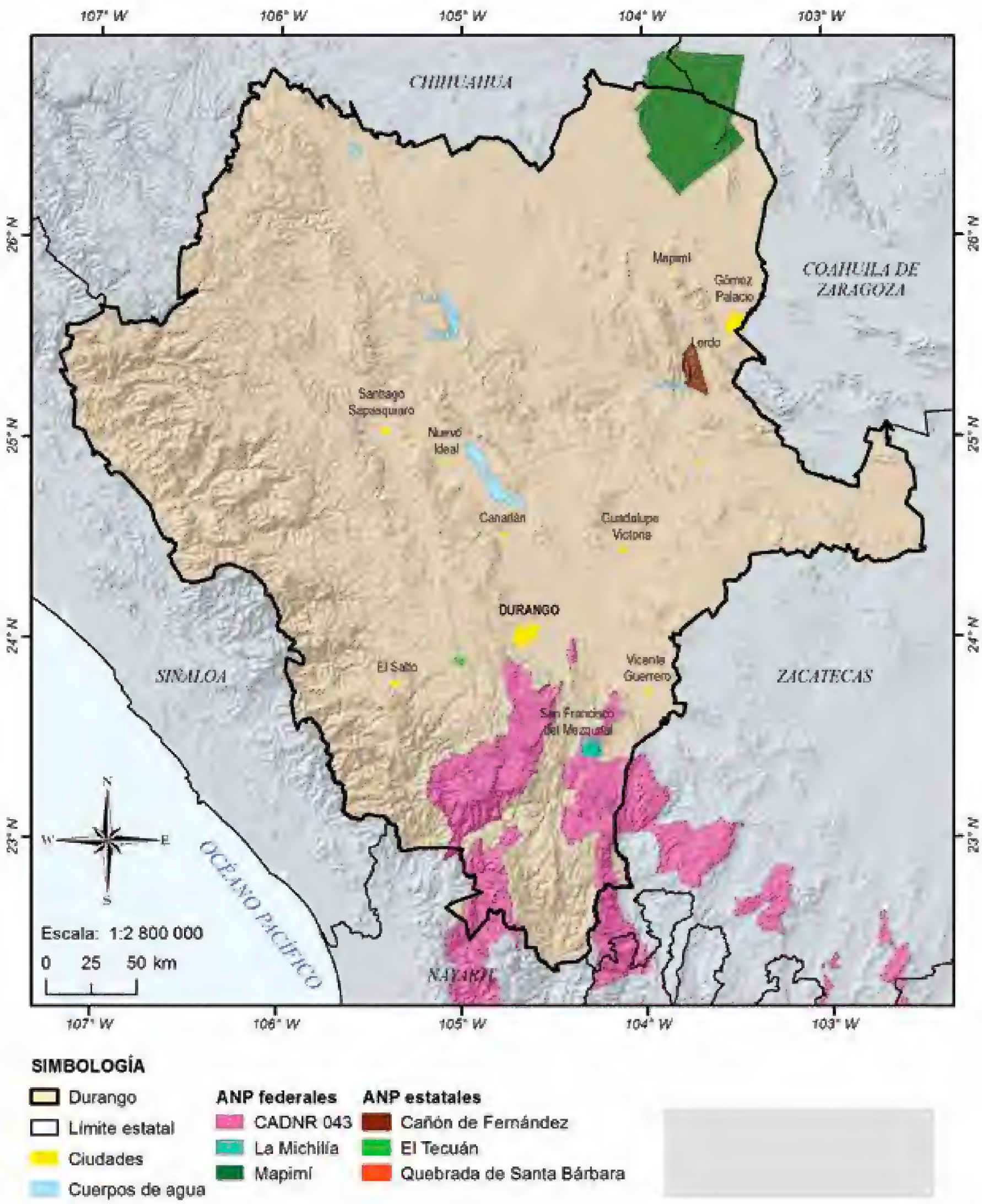


Figura 5. Áreas naturales protegidas.
Nota: no existe suficiente información para la CADNR 075 Río Fuerte, por lo que no se representa en el mapa.

El Plan Rector de esta reserva (DRBLM 2004) menciona que en la región de las cuatro microcuencas existe una población total de 978 personas, de acuerdo con datos del INEGI. Las localidades presentes en la zona son: San Juan de Michis, El Alemán Viejo, Nuevo Centro Poblacional Ejidal (NCPE), El Alemán, Luis Echeverría, NCPE Cerro Blanco, NCPE Mesa de Los Azules; los ranchos: Las Margaritas, El Temascal, Sorruedo, Mesa del Burro y Piedra Herrada (esta localidad corresponde a una estación de investigación a cargo del Instituto de Ecología, A.C.); y las comunidades indígenas de Mesa de El Tabaco y Paraíso de Los Santos (antes Rancho La Peña). Ninguna de las poblaciones consideradas supera los 500 habitantes.

Patrimonio biológico

La reserva contiene muestras representativas del bosque mixto seco de la Sierra Madre Occidental, sin embargo, se reconocen en su interior cinco tipos de vegetación con elementos dominantes florística y fisiográficamente de acuerdo a la clasificación hecha por Rzedowski (1978): bosque de coníferas, bosque de encino, pastizal, matorral xerófilo y vegetación acuática y subacuática. Estos tipos de vegetación están subdivididos en varios subtipos (bosques de *Pinus*, *Pinus-Quercus*, *Pseudotsuga*, *Cupressus*, comunidades de *Juniperus*, *Quercus*, *Quercus-Pinus*, matorral de *Arctostaphylos*, matorral de *Quercus*, pastizal natural, matorral de *Acacia*, vegetación acuática o subacuática y vegetación de áreas de disturbio) que abarcan más de 75% de la superficie decretada como reserva (González *et al.* 1993).

La fauna silvestre que se distribuye en el área es la característica de los bosques mixtos secos de pino-encino de la región Neártica (figura 6, cuadro 4).

Gestión y administración

El INECOL se hizo cargo de esta ANP desde 1974. Durante estos años, se construyó una estación de investigación llamada Piedra Herrada (dos casas) que hospedaba al personal de este instituto y a diferentes autoridades. El personal del INECOL realizó diversos proyectos de investigación, a través de los cuales se conocen los recursos naturales que integran a esta reserva. En el año 2000, con la creación de la CONANP, el INECOL deja de hacerse cargo de esta reserva.

No hay en la actualidad un programa de manejo para esta ANP; no obstante, en el 2004 la dirección a cargo publicó el Plan Rector de las Microcuencas de la Reserva de la Biosfera La Michilía con el objetivo de que las cuatro microcuencas presentes en esta ANP (San Juan de

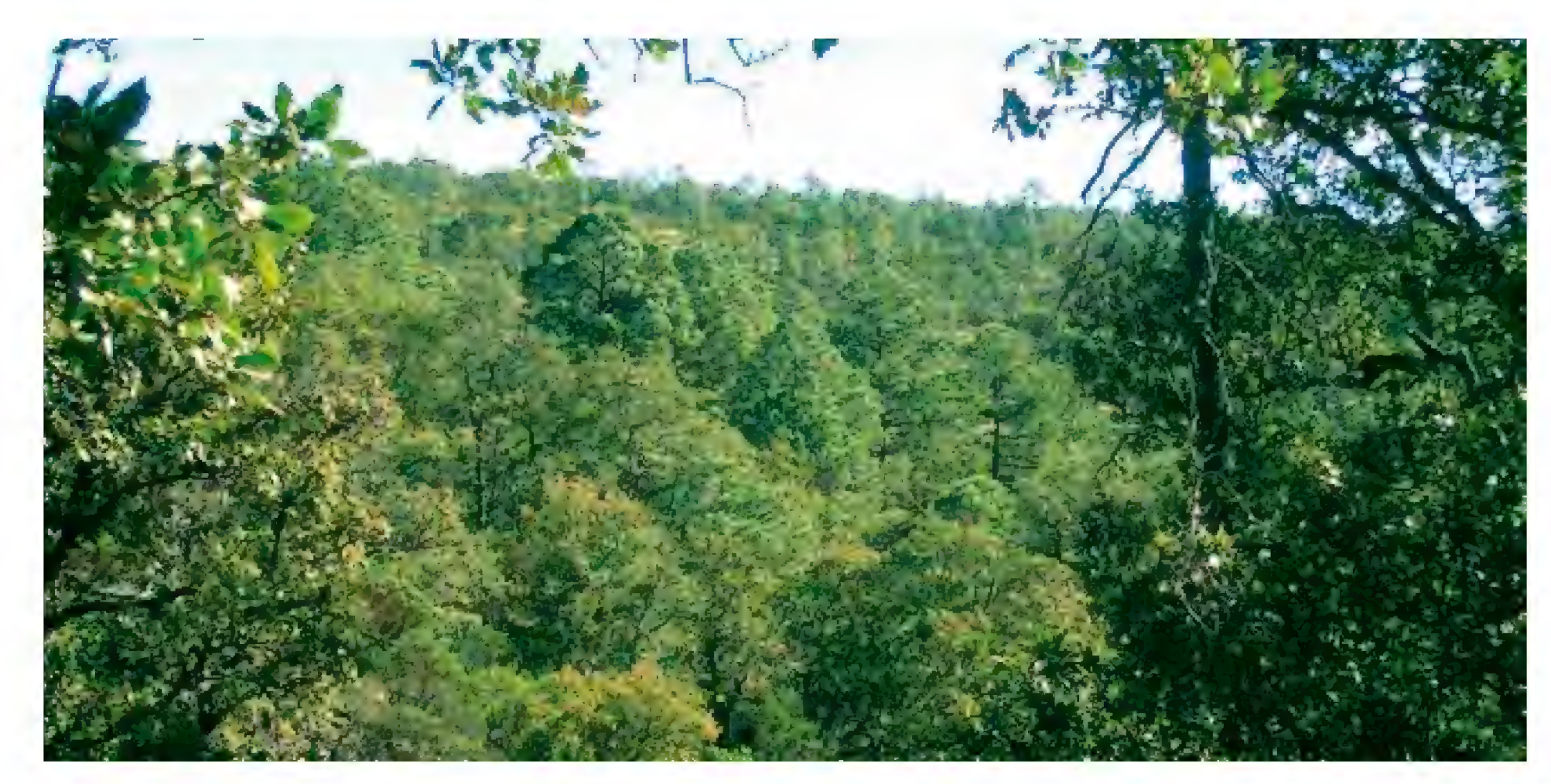


Figura 6. Bosque mixto seco de encino-pino.
Foto: *Jorge Nocedal.*

Cuadro 4. Grupos taxonómicos presentes en la Reserva de la Biosfera La Michilía

Grupos taxonómicos	Órdenes	Familias	Géneros	Especies	Estatus de conservación (SEMARNAT 2010)	Fuente
Anfibios	2	4	4	4	2	Álvarez y Polaco 1983
Aves	17	51	152	220	22	Garza *et al.* 2004
Mamíferos	7	13	26	34	-	Álvarez y Polaco 1984
Plantas vasculares	-	89	355	919	4	González-Elizondo *et al.* 1993
Reptiles	2	5	8	16	9	Álvarez y Polaco 1983
Total	**28**	**162**	**545**	**1 193**	**37**	

Michis (RH11Ac601-I), Toribia-Nana Juana (RH11Ac601-II), El Alemán (RH12La1274-III) y Río Verde (RH12La1274-IV)) conservaran su integridad ecológica y que sus habitantes mantuvieran una buena calidad de vida por medio de proyectos de desarrollo sustentable. Este Plan Rector dirigía todas las acciones, en él se definían las líneas de acciones prioritarias y daban alternativas viables de solución.

Los resultados obtenidos del estudio previo justificativo realizado para la modificación del área protegida, se sometieron a la fase de consulta pública en el 2015. En el 2016, se encuentra en proceso de evaluación, por lo cual hasta que se dé el nuevo decreto no es posible iniciar con el programa de manejo (Hernández y Aragón com. pers.).

Amenazas para la conservación y problemática general

En el Plan Rector se presentó un diagnóstico de las condiciones sociales, económicas, culturales y ecológicas que prevalecían en estas zonas, y también proponía posibles soluciones. De manera general, este Plan enunció que el problema del desempleo se hacía patente en las cuatro cuencas, así como la cacería furtiva y la erosión del suelo; sólo en tres de éstas se detectó la presencia de plagas forestales, el sobrepastoreo y la extracción desordenada de arcilla para la elaboración de adobe; finalmente la deforestación, la presencia de especies exóticas, el mal manejo de la basura, los incendios, una baja productividad agrícola, la contaminación del suelo por descarga de aguas negras, la infraestructura inadecuada para la ganadería, la falta de servicios básicos y la migración eran problemas en dos de estas cuatro cuencas. Sin embargo, según Maury, ya en 1993 se hacía patente la amenaza de los desmontes, la cacería, los incendios, la escasez de sistemas de uso racional de los recursos naturales de la región, la falta de proyectos de desarrollo y de educación ambiental, las pocas alternativas de desarrollo en los ejidos, la disminución de la cooperación de las poblaciones locales en las políticas de conservación y en la consolidación de un plan de manejo, la presión demográfica y la tendencia a urbanizar una parte de las zonas de amortiguamiento y de influencia.

La fauna silvestre enfrenta el problema de la cacería ilegal en donde las especies como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*), el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*), la codorniz (*Cyrtonyx montezumae*), el coyote (*Canis latrans*), el puma (*Puma concolor*) y el gato montés (*Lynx rufus*) ven afectadas sus densidades y su distribución. Asimismo, la presencia de la especie exótica del jabalí europeo (*Sus scrofa*) representa una seria amenaza para las especies nativas (Duarte-Moreno y González-Hernández 2013).

Por otra parte, el desarrollo de ranchos cinegéticos que rodean la reserva y que mantienen fauna exótica, son también un problema. En particular, se da el caso del venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*), que se ha cruzado con el nativo (*Odocoileus virginianus*) trayendo como consecuencia una modificación genética en la población original y problemas de parto en las hembras nativas (SEMARNAT *et al.* 1995, INE 1996).

La mayoría de los problemas mencionados requieren de un trabajo multidisciplinario para su solución, incluyendo a los propios habitantes de las comunidades, por lo que es necesario fortalecer el componente de organización social y educación ambiental para asegurar el éxito de los proyectos y lograr un impacto positivo en la conservación de las microcuencas de atención (DRBLM 2004).

Servicios ambientales

Los servicios ambientales que brindan los ecosistemas son determinantes para la sociedad. Según la clasificación de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA 2005) existen 17 servicios ambientales agrupados en cuatro categorías:

1) Apoyo (ciclo de nutrientes, producción primaria, formación de suelo, etc.).
2) Aprovisionamiento (alimento, materias primas, agua limpia y medicinas).
3) Regulación (tratamientos de aguas residuales, prevención de la erosión del suelo, control biológico de plagas y polinización).
4) Culturales (recreación y salud mental y física, turismo, apreciación estética y experiencia espiritual).

Aunque el programa por servicios ambientales no está dirigido exclusivamente a ANP (se toman en cuenta otros elementos como combate a la pobreza), constituye una acción muy importante para reforzar la conservación en términos de desarrollo sustentable dentro de las áreas (Halffter 2011).

Los bosques que se desarrollan en las montañas de La Michilía aportan agua a los afluentes de dos cuencas hidrográficas, que son parte relevante de la cuenca alta del río San Pedro (figura 7), además de ser un banco importante de madera para el futuro (figura 8) (Carrera com. pers.).

Existen diferentes tipos de valores o servicios ambientales dentro de esta zona, tales como los de uso directo (leña, forraje) sin un valor comercial, los de uso indirecto (producción primaria mediante fotosíntesis, formación de suelo, fijación de nitrógeno), éticos (se refiere al aprecio que el ser humano puede sentir hacia la biodiversidad fuera de su potencial como artículo de consumo) y estéticos (asociado a un sentimiento de aprecio por la biodiversidad) (Halffter *et al.* 2001).

Reserva de la biosfera Mapimí

Características generales

Esta ANP se localiza en la parte sur del Bolsón de Mapimí, y constituye un área representativa de los ecosistemas desérticos de la parte central del Desierto Chihuahuense, en el norte de México.

De acuerdo con Breimer (1988), forma parte de dos cuencas endorreicas en el Desierto Chihuahuense: el Bolsón de Mapimí y la laguna de Palomas. Estas cuencas forman parte de la provincia fisiográfica Mesa Central del Norte; esta última, junto con la Sierra Madre Oriental, continúa al norte en la sección de la Gran Cuenca de la provincia Cuenca y Cordillera en Arizona, Nuevo México y Texas (Kellum 1944, citado en Breimer 1988). La región hidrológica No. 35 (RH35) se extiende en partes de los estados de Durango, Coahuila y Chihuahua, y dentro de ésta se localiza la reserva.

Esta área presenta un clima muy seco y extremoso semicálido con lluvias de verano (clasificación de Köppen modificada por García). Las precipitaciones suelen darse en forma de violentos chubascos de corta duración. La precipitación tiene un promedio anual de 264.2 mm con una máxima de 512.5 y una mínima de 80.8 mm. La mayor parte de las precipitaciones se producen en verano. La temperatura anual es de 20.8 °C, con una mínima promedio en el invierno de 3.9 °C y una máxima promedio en el verano de 36.1 °C (Cornet 1988).

Barral (1988) menciona que, de acuerdo con los resultados obtenidos en un primer estudio socioeconómico de la población de la reserva realizado en 1981, hay un claro despoblamiento paulatino. En 1995, la población dentro del área de amortiguamiento registraba un total de 150 personas dispersas entre los ejidos y ranchos; para el año 2005 vivían alrededor de 60 personas en esta misma área. El poblado de Estación Carrillo, en Chihuahua; con 475 habitantes en 1995, para el 2005 tuvo una disminución de 255 individuos (CONANP 2006). La población que vivía en la reserva de forma permanente en el 2012 sumaba 411 habitantes, de los cuales cuatro eran de la zona núcleo y 407 de la zona de amortiguamiento (MAB y UNESCO 2012).

Las localidades ubicadas dentro del área son Mapimí y Tlahualillo, en el estado de Durango; Jiménez, en el estado de Chihuahua, y Francisco I. Madero y Sierra Mojada, en el estado de Coahuila.

Figura 7. Afluentes de agua de las partes altas de la reserva.
Foto: *archivo de la* CONANP, *Reserva de la Biosfera La Michilía.*

Figura 8. Producción de madera de un bosque de pino-encino.
Foto: *archivo de la* CONANP, *Reserva de la Biosfera La Michilía.*

Patrimonio biológico

La vegetación corresponde a matorrales xerófilos y micrófilos, así como a chaparrales de distintas composiciones a manera de mosaicos con vegetación halófita en las partes más bajas (planicies). Su composición y fisonomía varía con la topografía y tipo de suelo (CONANP 2006). Los principales elementos florísticos, según García-Arévalo (2002) forman parte de dos tipos de vegetación ampliamente distribuidos en México, el matorral xerófilo y el pastizal (figuras 9 y 10). Las principales asociaciones vegetales son matorral desértico rosetófilo, vegetación halófita, vegetación de desiertos arenosos, pastizal natural, matorral desértico micrófilo, matorral subinerme y matorral espinoso.

Montaña (1988) cartografió la vegetación de una superficie de 172 000 ha que comprendía la reserva y su área de influencia, y encontró que aproximadamente la mitad del área cartografiada estaba ocupada por formaciones dominadas por herbáceas y leñosas bajas (25.95%), y por formaciones dominadas por leñosas altas y leñosas bajas (25.16%). Agregando las formaciones dominadas por herbáceas, leñosas altas y leñosas bajas (16.58%), por leñosas bajas exclusivamente (10.0%) y por herbáceas y leñosas altas (5.5%), llegó a determinar más de 80% del área que estudió.

Esta ANP preserva fauna típica (figura 11) de las regiones semiáridas del Altiplano mexicano, incluyendo especies de aves amenazadas como el aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), el aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*), el halcón pálido (*Falco mexicanus*), la lechuza de madriguera (*Athene cunicularia*) y el águila real (*Aquila chrysaetos*) (cuadro 5; Cantú 2003).

Gestión y administración

De igual forma que en La Michilía, el INECOL se hizo cargo de esta reserva desde 1974, construyendo para tal efecto el Laboratorio del Desierto (figura 12), situado a 40 km del poblado más cercano. Durante años funcionó con luz eléctrica, pistas para avión y helicóptero, sueros antiofídicos, comunicación por radio, un administrador y auxiliares, y personal científico permanente en estancias (Halffter 1988).

En el año 2000, con la creación de la CONANP, el INECOL dejó de hacerse cargo de esta ANP. El primer y único programa de manejo que ha tenido Mapimí fue publicado en el 2006; sin embargo, este documento integra la definición de los componentes y acciones de manejo 2007-2011. En el año 2012, la dirección actual de la reserva presentó informes en la segunda revisión realizada por el programa "MAB-UNESCO Revisión Periódica para Reserva de Biosfera", sobre los cambios significativos en la reserva de 1997 al 2012, en el que destaca la ejecución que han venido realizando del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES), en el cual se apoyan los proyectos productivos alternativos, además de que constituye un instrumento de la política pública que promueve la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. De igual forma, el programa de empleo temporal (PET) es un instrumento complementario con el cual la CONANP propició lo que se denominó una "economía de la conservación"; esta consiste en que los jornales, utilizados en actividades intensivas de mano de obra no calificada y en sinergia con el Programa de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS) y otros programas de diversos sectores, redunden en beneficios directos y de largo plazo para las comunidades mediante el mantenimiento y restauración de los servicios ambientales y el desarrollo de infraestructura permanente para la mitigación de riesgos, capacitación productiva, incubación de microempresas, reconversión productiva y acceso a satisfactores básicos. En este informe se menciona también que de acuerdo a la extensión territorial, zonificación e instrumentos de manejo y gestión, existen las condiciones en la reserva para desarrollar la conservación de espacios clave y de importancia biológica (zonas núcleo), el desarrollo integral y uso adecuado de los recursos naturales (zona de amortiguamiento) y el impulso al desarrollo sostenible en la zona de transición. En todas las acciones se promueve la participación de los habitantes, usuarios y propietarios de los terrenos que conforman el área protegida y su zona de influencia (MAB y UNESCO 2012).

Amenazas para la conservación y problemática general

Ya en 1988 Barral mencionaba que la ganadería extensiva de cría de vacunos era la actividad económica más importante en la zona de influencia del ANP. En consecuencia, la regulación de la cantidad de ganado y de las variaciones estacionales de las cargas animales soportadas por los agostaderos era uno de los problemas más cruciales a resolver para realizar un manejo adecuado de los recursos. La SEMARNAP *et al.* (1996) menciona esta actividad con miras a expandirse o intensificarse; el programa de manejo (CONANP 2006) de igual forma señala dentro de las actividades antropogénicas de mayor impacto a la ganadería extensiva, así como a la

Figura 9. Vegetación de desiertos arenosos.
Foto: APDM *s/f.*

Figura 10. Matorral xerófilo.
Foto: *Jorge Nocedal.*

Cuadro 5. Grupos taxonómicos presentes en la Reserva de la Biosfera Mapimí

Grupos taxonómicos	Órdenes	Familias	Géneros	Especies	Estatus de conservación (SEMARNAT 2010)	Fuente
Anfibios	1	3	3	5	2	CONANP 2006
Aves	16	47	142	201	11	Garza *et al.* 2007
Mamíferos	7	16	42	63	5	CONANP 2006
Plantas vasculares	-	70	241	393	-	García-Arévalo 2002
Reptiles	2	12	32	39	17	CONANP 2006
Total	**26**	**148**	**460**	**701**	**35**	

cacería furtiva, que implica fuertes problemas en materia de conservación. Otro factor indirecto que se indica es el turismo desorganizado y sin planificación que acude a la llamada "Zona del Silencio", ya que trae consigo problemas de saqueo, dispersión de basura, y los beneficios económicos quedan en manos de personas ajenas a las comunidades de la reserva. Algunos componentes de los recursos naturales, tanto de flora como de fauna presentes en el área, satisfacen las necesidades de los pobladores locales, por lo que se ven sometidos a este tipo de aprovechamiento; diversos géneros de la familia Cactaceae registran ventas en el mercado negro; a una baja escala se lleva a cabo la extracción de sal en una de las lagunas del ANP (laguna de Palomas) y es de tipo artesanal.

Una problemática general en esta reserva, como ya se ha mencionado, es la tendencia a la disminución de la población; de acuerdo al MAB y UNESCO (2012), los principales factores responsables son la falta de mantenimiento y destrucción de algunas de las principales obras para captación de agua, así como la falta de diversificación en las actividades productivas, ya que la población se dedica principalmente a la cría de bovinos, aunque en el poblado de Estación Carrillo la mayoría de los habitantes se dedica a la producción de sal. Asimismo, señalan que la ganadería extensiva para la producción de carne sigue siendo una actividad preponderante en la economía de las familias de la región en la zona de amortiguamiento. Mencionan también que la evaluación de la condición del agostadero realizada por la Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en 1979, indica como un promedio de 35-40 ha por unidad animal en dicho año; sin embargo, el estudio realizado por personal de la reserva y la participación de los productores en 2010 marca un promedio de 112 ha por unidad animal, lo cual representa una presión permanente de la actividad ganadera sobre el recurso forrajero del área. De igual forma, resumen los principales impactos humanos por tipo de vegetación (cuadro 6).

Servicios ambientales

Los servicios ambientales en esta ANP, son aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de sus recursos, tales como la provisión de agua en calidad y cantidad;

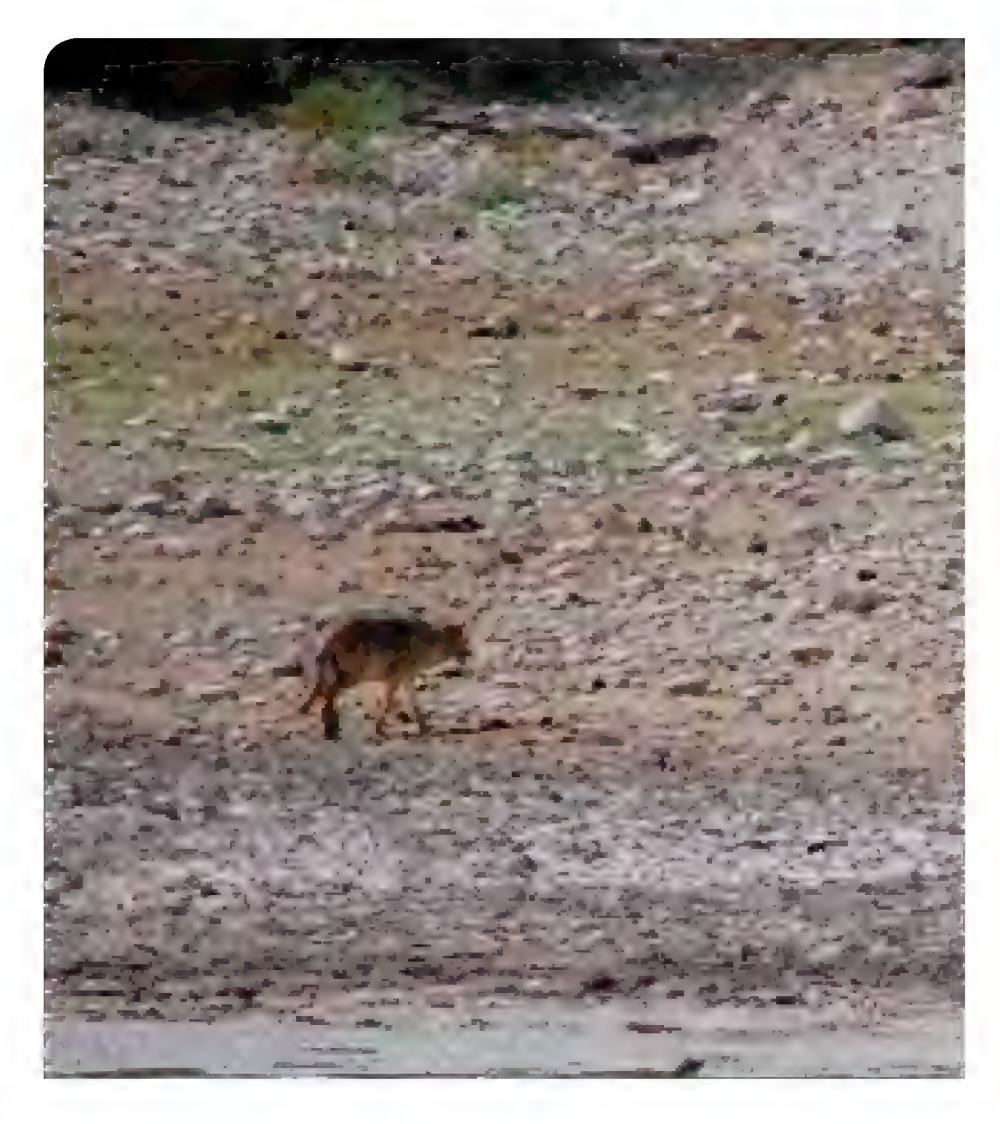


Figura 11. Coyotes en las faldas del cerro de San Ignacio.
Foto: *Jorge Nocedal.*

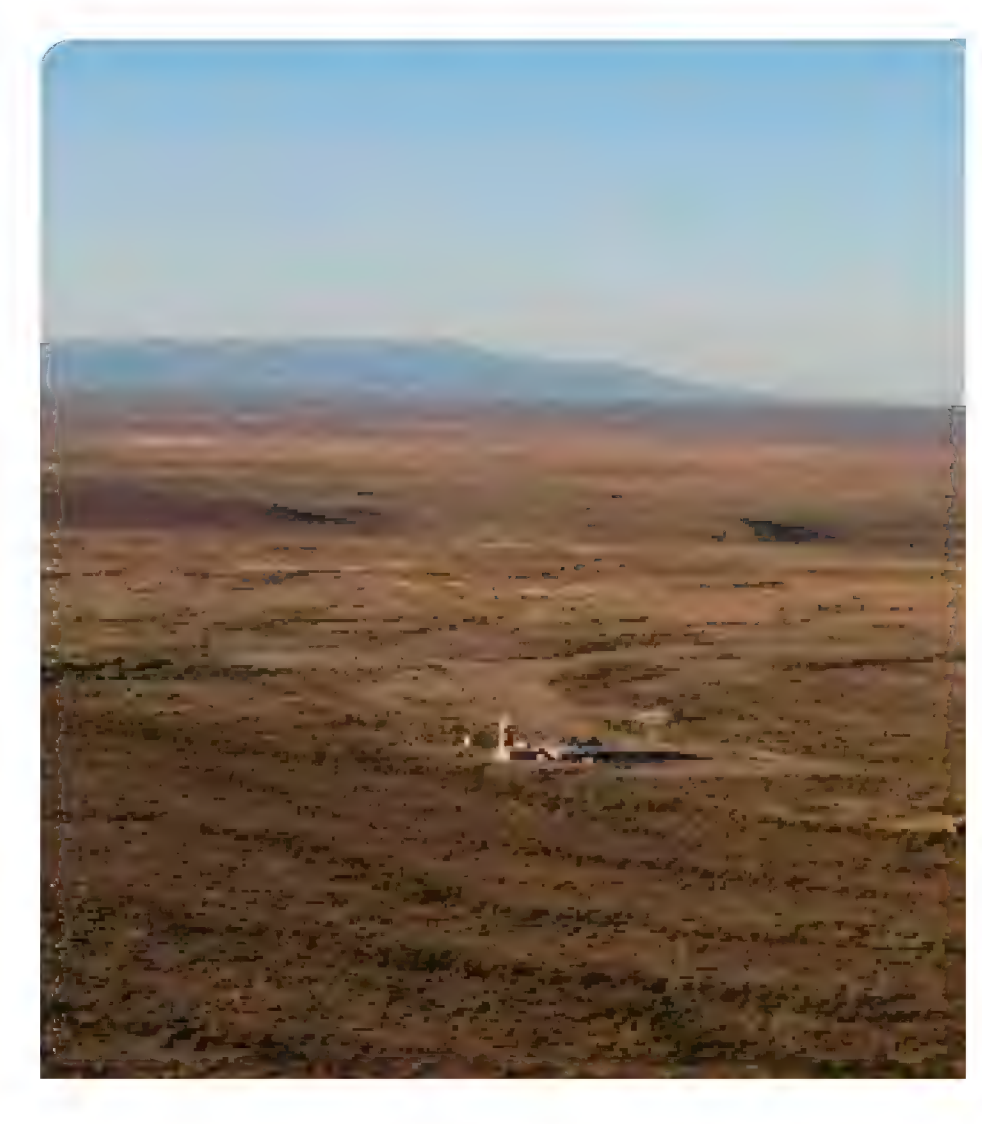


Figura 12. Laboratorio del desierto.
Foto: *Jorge Nocedal.*

la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros (Bezaury-Creel *et al.* 2011).

PARQUE ECOLÓGICO EL TECUÁN

Antecedentes

La superficie que ocupa actualmente esta ANP fue donada en 1981 por la Sociedad Mercantil Compañía Ganadera del Carmen, S. de R. L. de C. V. al Gobierno del Estado para la formación de un parque nacional, y quedó bajo la responsabilidad del Sistema Estatal para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF). En 1984 el Gobierno del Estado realizó el contrato de donación del terreno de esta zona al Gobierno Federal a través de la SEDUE. El gobierno de Durango solicitó en 1994 su devolución con el fin de manejarlo como un parque recreativo; en abril de 2000 se celebró un convenio en el cual el DIF entrega su administración a la Dirección de Turismo y Cinematografía, y en marzo de 2003, por iniciativa del Ejecutivo Estatal, se delega a la SRNyMA. Cabe mencionar que durante el periodo 1994-2000 se registraron severos impactos ambientales dentro del parque, por personas ajenas al inmueble. En febrero de 2006 la Secretaría de la Función Pública (SFP) acordó la desincorporación del régimen de dominio público de la federación del parque ecológico El Tecuán a favor del Gobierno del Estado de Durango con el fin de establecer un ANP, y fue decretada como parque estatal el 30 de marzo de 2008 (CONANP 2010a).

Características generales

Durango cuenta con la Reserva de la Biosfera La Michilía como representativa del flanco oriental de la Sierra Madre Occidental; sin embargo, dentro del macizo de la sierra, base de la economía estatal, no existe ninguna zona de protección de ecosistemas, es por esa razón que se considera de gran importancia un ANP con bosques de coníferas y encino que cuente con las características necesarias para manejarse como áreas de conservación en el estado (Gónzalez-Elizondo *et al.* 1999).

El Tecuán se encuentra en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, subprovincia Gran Meseta y Cañones Duranguenses, con tipos de sistemas de topoformas constituidos por sierras altas. Pertenece a la región hidrológica 11 Presidio-Río Baluarte, que se origina en las estribaciones occidentales de la Sierra Madre Occidental, esencialmente porque contiene las cuencas de los ríos Presidio y Baluarte. El clima predominante es de C(E)(W_2) correspondiente al grupo de los templados, semihúmedos, semifríos con lluvias en verano, y precipitación invernal entre 5 y 10 mm. La precipitación media anual es de aproximadamente 700 mm, y la temperatura media anual oscila entre los 10 y 12 °C. Se localiza dentro del municipio de Durango (capital del estado), pero es una zona sin comunidades al interior y debido a que es propiedad del Gobierno del Estado (figura 13) no hay conflictos sociales, ni existe ningún tipo de aprovechamiento. La comunidad

Cuadro 6. Principales impactos humanos en la Reserva de la Biosfera Mapimí

Tipo de vegetación	Problemática
Mezquital	Corte de arbolado para leña
Pastizal halófito	Sobrecarga animal
Matorral micrófilo	Sobrecarga animal y extracción de leña
Matorral rosetófilo	Cacería de venado, extracción de cactáceas y candelilla, extracción de mármol, piedra y material para carreteras
Vegetación halófita y gipsófita	Sobrecarga animal

Fuente: MAB y UNESCO 2012.

Figura 13. Entrada al parque ecológico El Tecuán.
Foto: *Erika Castaños Rochell.*

Figura 14. Vegetación de bosque templado.
Foto: *Erika Castaños Rochell.*

más cercana es Navíos, que cuenta con 63 habitantes que se dedican a actividades forestales y ganaderas; la comunidad cercana, a 17 km del parque, con mayor población es Llano Grande, con 1822 habitantes que trabajan en el sector forestal, agrícola, ganadero y de servicios (CONANP 2010a).

Patrimonio biológico

González-Elizondo y colaboradores (1999) señalan que la vegetación de El Tecuán (figuras 14 y 15), al igual que la de la Reserva de la Biosfera La Michilía, es representativa de la que se extiende a través de millones de hectáreas de la Sierra Madre Occidental en México entre los 2000 y los 3000 m de altitud, por lo que el conocimiento y conservación de la flora de ambas áreas es de vital importancia para el óptimo manejo y preservación de los bosques templados del noroeste de México. Según estos mismos autores, el criterio de dominantes fisonómicos, aunque subjetivo, permite distinguir en esta área siete asociaciones de especies arbóreas con algunos subgrupos (bosque de *Pinus cooperi*, *Pinus teocote*, *Pinus* spp., *Quercus* spp., *Arbutus* spp., *Pinus leiophylla*, *Pinus-Quercus*, *Quercus sideroxyla*), además de dos comunidades de herbáceas (vegetación de ciénaga y claros con cubierta herbácea).

Los bosques de pino-encino albergan la más alta diversidad florística en México (Rzedowski, 1978 citado en González-Elizondo *et al.* 2012) y la Sierra Madre Occidental es particularmente rica por tener la mayor superficie con bosques templados en el país, así como por la confluencia en su territorio de floras de diversos orígenes y por su gran variedad de hábitats. En esta región se presenta además la mayor diversidad de asociaciones de pinos, encinos y madroños a nivel mundial (González-Elizondo *et al.* 2012).

En relación con las especies de fauna que se distribuyen en El Tecuán (cuadro 7), solo se tienen los registros en campo y los resultados de las consultas hechas a bancos de datos de diferentes instituciones para el programa de conservación y manejo (CONANP 2010a), lo cual hace patente la necesidad de que se realicen más estudios en esta zona, que se localiza a solo 57 km de la ciudad de Durango, por lo que estos estudios son más factibles en cuestiones de logística.

Gestión y administración

Actualmente, este parque es manejado y administrado por personal de la SRNyMA. Al interior viven cuatro personas que se encargan de la vigilancia y del mantenimiento. Se ofrecen servicios de educación ambiental y

Figura 15. Bosque de pino.
Foto: *Laura Rentería Arrieta.*

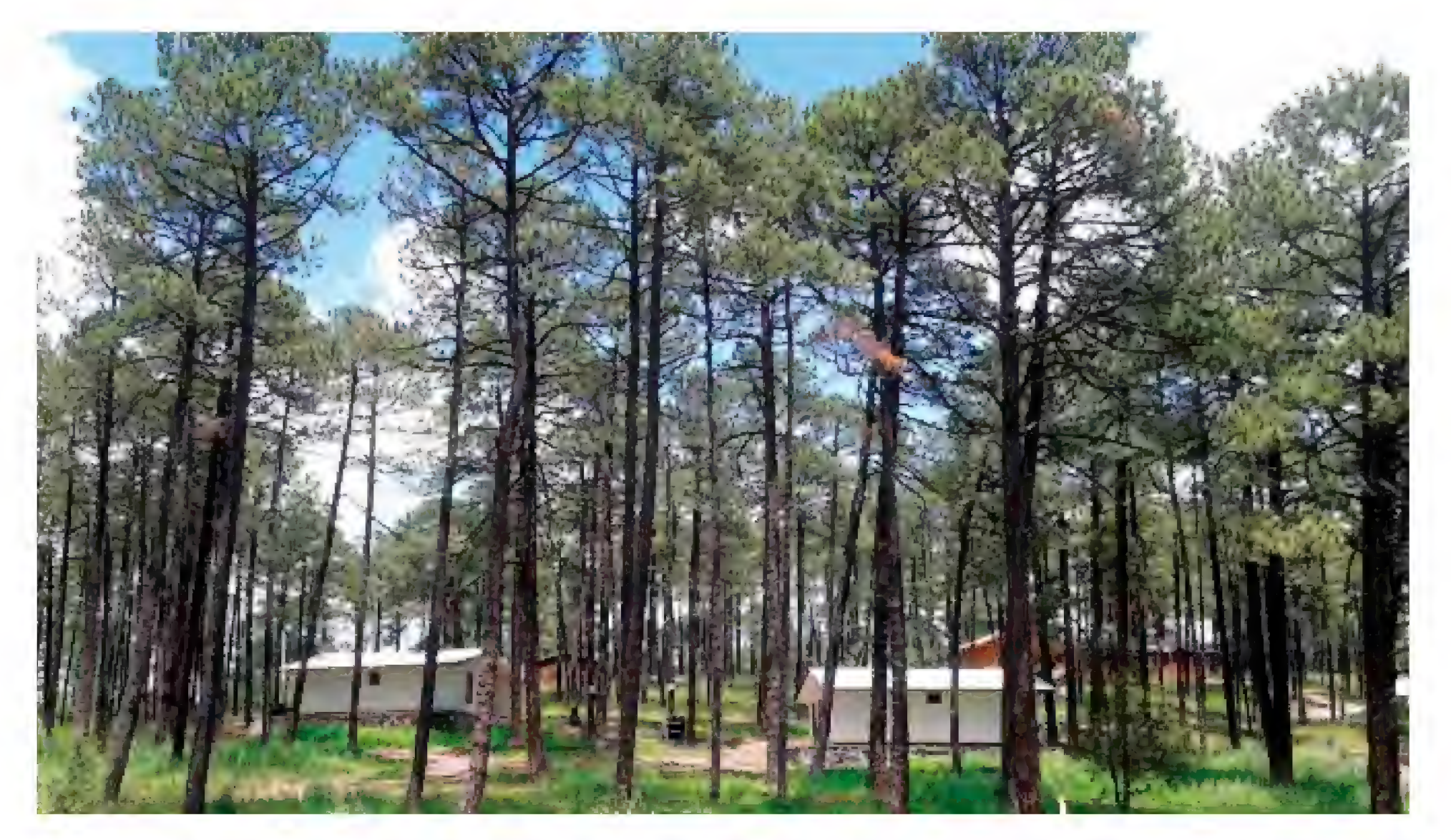


Figura 16. Cabañas en el interior de El Tecuán.
Foto: *Erika Castaños Rochell.*

recreativa, para los cuales la Secretaría posee 10 cabañas equipadas con todos los servicios (figura 16). Además, cuenta con un centro de educación y capacitación ambiental con capacidad para 40 personas y servicios de comedor, dormitorios, regaderas y cocina.

A la fecha, se tiene registrada una unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) de tipo intensivo (manejo de ejemplares en confinamiento con condiciones controladas e intervención directa del ser humano, principalmente para especies exóticas) para la especie introducida de wapití (*Cervus elaphus*) (Castaños com. pers.).

Es importante mencionar que, a la fecha, la categoría como ANP que tiene este parque no pertenece a ninguna de las manejadas por el SINAP (véase categorías y descripción en el cuadro 1), a pesar de haber sido citado según González-Elizondo *et al.* (1999) como parque nacional. Solamente los servicios de educación ambiental y recreativos que brinda personal de la Secretaría cumplirían con dos de los varios requisitos que debe tener un ANP para ser manejada como parque nacional.

Amenazas para la conservación y problemática general

De acuerdo con el Programa de Manejo y Conservación (CONANP 2010a), uno de los problemas más graves que enfrenta el ANP es la frecuencia de los incendios forestales, sobre todo en las zonas cercanas a la carretera y zonas de acampar, donde es evidente que las causas son básicamente antropogénicas. También menciona como asuntos que se deben atender, la cantidad de basura que se genera por las actividades de educación ambiental y recreativas, así como la contaminación del agua como consecuencia de estas actividades y de que ni el parque ni la zona de influencia cuentan con drenaje; además, señala que este parque recibe aproximadamente 10 mil visitantes al año, sin que a la fecha se haya estimado la capacidad de carga.

Asimismo, el aprovechamiento de los recursos naturales que las poblaciones cercanas realizan tradicionalmente ha impactado de manera negativa en los ecosistemas del parque, tales como el uso de árboles sanos y bien conformados para el ocoteo (extracción de resina), recolección de leña y elaboración de carbón vegetal. Por su parte, la caza furtiva, si bien no es muy frecuente, tiene efectos destructivos para la composición del bosque y las poblaciones animales, al cazar indiscriminadamente a machos, hembras y crías, enfocándose principalmente en el venado cola blanca, conejos, ardillas y guajolotes; igual resulta la extracción de biota para comercialización y sin ningún tipo de manejo. Se pensó originalmente en exhibir en esta ANP a especies exóticas como el wapití (*Cervus elaphus*) (figura 17); sin embargo, su reproducción se salió de control y tanto el suelo como la vegetación de las áreas en que se han confinado han sufrido severos daños.

Desde 1999, González-Elizondo y colaboradores mencionaban que parte de la vegetación de esta ANP se encontraba en avanzado estado de deterioro, con alto grado de perturbación antropogénica, principalmente

Cuadro 7. Grupos taxonómicos presentes en el Parque Ecológico El Tecuán

Grupos taxonómicos	Órdenes	Familias	Géneros	Especies	Estatus de conservación (SEMARNAT 2010)	Fuente
Anfibios	2	5	5	9	5	CONANP 2010a
Aves	-	-	55	63	12	CONANP 2010a
Mamíferos	7	-	-	46	4	CONANP 2010a
Plantas vasculares	-	-	-	23	-	González-Elizondo *et al.* 1999
Reptiles	2	6	5	17	8	CONANP 2010a
Total	**11**	**11**	**65**	**158**	**29**	

por efecto de incendios recurrentes fuera de la zona abierta al público. Sin embargo, consideraban que a pesar del disturbio del área, había condiciones potenciales para promover la educación ambiental.

Área de protección de recursos naturales Quebrada de Santa Bárbara

Antecedentes

Esta área de protección de recursos naturales (APRN) se localiza dentro del ejido El Brillante, el cual está enclavado en el macizo montañoso denominado Sierra Madre Occidental dentro del municipio de Pueblo Nuevo. Este ejido recibió su dotación mediante Resolución Presidencial el 11 de abril de 1962, y el 22 de septiembre de 1995 se hizo una reinscripción en el RAN-SRA (Registro Agrario Nacional-Secretaría de la Reforma Agraria) (CONANP 2010b); cuenta con una superficie legal de 66 ha que pertenece a 100 ejidatarios (Romero *et al.* 2007).

A iniciativa del Gobierno del Estado de Durango, se decretó a esta región como área de protección de recursos naturales en el año 2008. Los argumentos para hacerlo fueron la conservación de un ecosistema característico de la Sierra Madre Occidental, las especies presentes de flora y fauna con estatus de conservación, la riqueza hidrológica con que cuenta, y el prístino ecosistema que existe en este bosque. En el contexto nacional, esta zona ha sido reconocida como única por la presencia de una alta proporción de elementos endémicos. Hay centros de endemismo distribuidos por todo el país, sugiriendo que esta área ha sido durante mucho tiempo un activo centro de evolución (CONANP 2010b).

En esta reserva se distribuyen las especies *Picea chihuahuana*, *Abies durangensis* y *Pseudotsuga menziesii*, las cuales ocurren dentro de un área limitada de cerca de 20 ha y son raras en México y en Durango, ocurriendo como relictos protegidos con un alto estado de la conservación (Aguirre-Calderón *et al.* 2009).

Características generales

El área presenta una topografía típica de la Sierra Madre Occidental. Es característico un relieve muy accidentado, con presencia de pendientes muy pronunciadas (figura 18).

Las planicies denominadas mesetas se localizan en las partes más altas, ubicadas a 2 810 msnm. Es en estas zonas donde se localiza el parteaguas que da origen al sistema hídrico de la cuenca en que se localiza la quebrada. El arroyo principal, conocido como Santa Bárbara (figura 19), es de régimen perenne por su temporalidad y se une aguas abajo con otras corrientes de régimen semiperenne para formar el arroyo El Infiernillo, que drena sus aguas en dirección suroeste hacia el río Baluarte. La quebrada pertenece a la región hidrológica 11 Presidio-Río Baluarte, que se origina en las estribaciones occidentales de la Sierra Madre Occidental siguiendo patrones estructuralmente determinados y al llegar a las planicies costeras desarrolla meandros, zonas pantanosas, lagunas y otras formas,

Figura 17. Poblaciones de wapití (*Cervus elaphus*).
Foto: *Erika Castaños Rochell.*

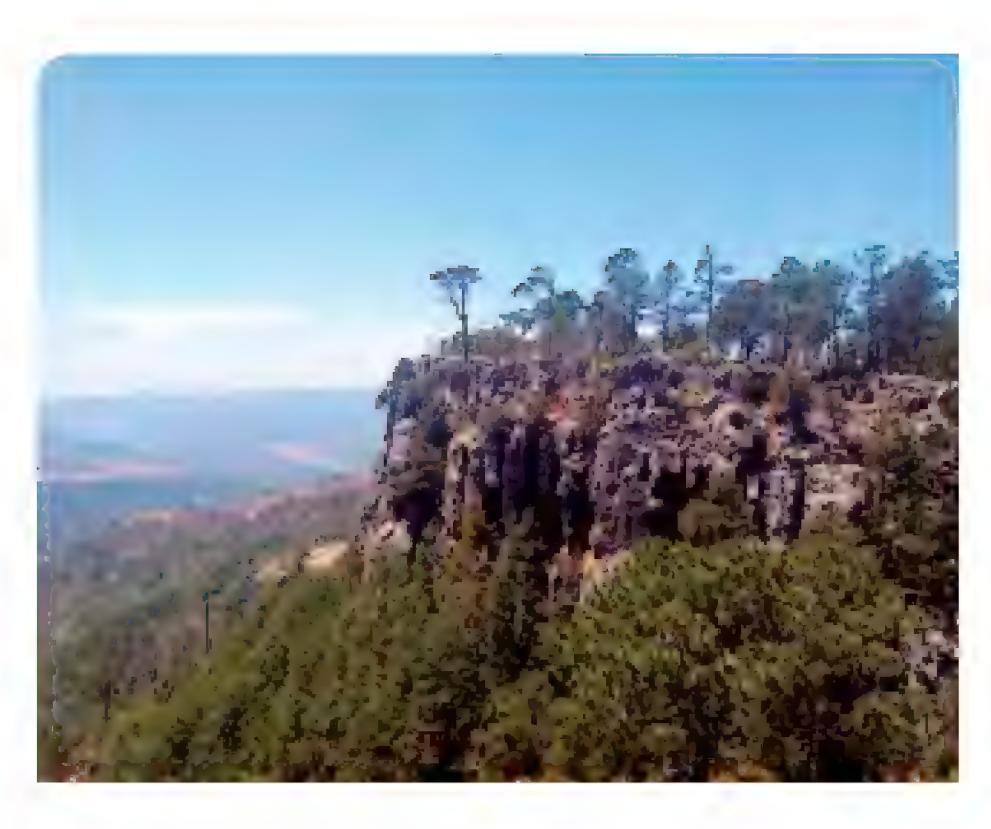


Figura 18. Porción representativa de la Sierra Madre Occidental.
Foto: *Laura Rentería Arrieta.*

Figura 19. Arroyo de Santa Bárbara.
Foto: *Laura Rentería Arrieta.*

Figura 20. Bosque de coníferas (área de amortiguamiento).
Foto: *Laura Rentería Arrieta.*

para finalmente desembocar en el océano Pacífico (CONANP 2010b).

El tipo de clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano y temperatura media anual entre 5 y 12 °C; la temperatura del mes más frío oscila entre 3 y 18 °C, y presenta un porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2 mm (Instituto Tecnológico El Salto 2003).

Se estima que el ejido alberga a 1376 habitantes; su centro de población se localiza en los terrenos del propio ejido que colindan con el fundo legal de la ciudad de El Salto, Pueblo Nuevo, por lo cual constituye una colonia de esta ciudad que actualmente cuenta con más de 30 mil habitantes. La principal actividad económica del ejido es el cultivo y aprovechamiento de sus recursos forestales. Esta actividad es administrada por los propios ejidatarios, y en el abastecimiento y la industria laboran ejidatarios, hijos de ejidatarios y avecindados (CONANP 2010b).

Patrimonio biológico

A nivel de vegetación se ha registrado para la zona de estudio el bosque de coníferas (figura 20), constituido por diversas asociaciones de los géneros *Abies*, *Picea*, *Pinus* y *Pseudotsuga* de la familia Pinaceae, y *Cupressus* y *Juniperus* de la familia Cupressaceae. Como unidades de vegetación se identificaron, según Rzedowski (1978), bosques de coníferas y bosques mixtos en 14 asociaciones vegetales: *Cupressus-Pseudotsuga*; *Cupressus-Pseudotsuga-Pinus ayacahuite*; *Pseudotsuga-Cupressus*; *Quercus sideroxyla-Pinus durangensis*; *Juniperus deppeana* var. *robusta-Pinus cooperi-Cupressus*; *Cupressus-Abies*; *Cupressus-Garrya*; *Pinus durangensis-Quercus sideroxyla*; *Quercus sideroxyla-Pseudotsuga*; *Pseudotsuga-Quercus sideroxyla-Cupressus*; *Quercus sideroxyla-Cupressus-Pseudotsuga*; *Quercus sideroxyla-Cupressus*; *Cupressus-Quercus sideroxyla-Pseudotsuga*; y *Cupressus- Picea-Pseudotsuga* (García-Arévalo 2008). Cabe mencionar que la CONABIO (1998) menciona a los bosques de pino y encino de la Sierra Madre Occidental como una de las ecorregiones de mayor prioridad en México, debido a su grado de conservación y a la biodiversidad presente.

Como se mencionó anteriormente, la especie *Picea chihuahuana* se localiza en esta reserva, y la NOM-059-SEMARNAT-2010 la identifica en peligro de extinción (figura 21). De acuerdo con González-Elizondo *et al.* (2007) y Gordon (1968), es de distribución geográfica muy restringida, de tipo relictual, endémica a la Sierra Madre Occidental. Tuvo una distribución más amplia en el pasado cuando las condiciones ambientales de alta humedad y temperaturas relativamente bajas prevalecían en buena parte de México. García-Arévalo (2008) afirma que aunque *P. chihuahuana* participa de manera discreta en la estructura del bosque de esta reserva, existen otras especies que dan forma de manera predominante a esta comunidad vegetal; por otra parte, enfatiza de manera rotunda la importancia de establecer políticas de conservación para esta especie y su hábitat. La vegetación de esta quebrada alberga una gran riqueza (cuadro 8).

Gestión y administración

El proyecto de conservación y decreto del ANP, a nivel estatal y regional, fue percibido como un medio que permitiría un cambio en las prácticas de manejo de los recursos naturales de la región y que atraería una mayor atención hacia los problemas y demandas de la

Cuadro 8. Grupos taxonómicos presentes en el APRN Quebrada de Santa Bárbara

Grupos taxonómicos	Órdenes	Familias	Géneros	Especies	Estatus de conservación (SEMARNAT 2010)	Fuente
Anfibios	2	5	5	8	3	CONANP 2010b
Aves	10	24	48	55	6	CONANP 2010b
Mamíferos	7	12	25	38	1	CONANP 2010b
Plantas vasculares	-	53	141	199	4	García-Arévalo 2008
Reptiles	2	6	7	12	4	CONANP 2010b
Total	**21**	**100**	**226**	**312**	**18**	

comunidad local (CONANP 2010b), y fue promovido por los propios ejidatarios, quienes son los encargados de manejar y administrar esta área.

Amenazas para la conservación y problemática general

El área del arroyo Santa Bárbara, de acuerdo con sus condiciones geográficas y ecológicas, puede considerarse relativamente en buen estado de conservación tomando en cuenta la composición y distribución de los elementos florísticos tanto arbóreos, como arbustivos y herbáceos (figura 22) (García-Arévalo 2008).

Las actividades de aprovechamiento forestal que se han llevado a cabo en los bosques de pino y pino-encino que se encuentran en las márgenes del área de interés no han afectado de manera severa las condiciones originales del bosque. Sin embargo, cabe resaltar que algunas personas ya han identificado el área por su belleza escénica y ahora es visitada más frecuentemente con planes de recreación y/o de tipo científico, y ya es palpable un leve deterioro en el sotobosque (García-Arévalo 2008). De igual forma, en el proyecto técnico: ejido El Brillante (Instituto Tecnológico El Salto 2003) mencionan que los bosques del arroyo del Infierno o arroyo El Infiernillo están en una condición relativamente tranquila o virgen; aunque el área de alrededor ha sido sujeta de aprovechamientos forestales, no se ha generado ningún disturbio que afecte el estatus natural del área y es considerada en la región de El Salto como una reserva forestal.

Figura 21. *Picea chihuahuana* Mtz.
Foto: *Laura Rentería Arrieta.*

En el programa de conservación y manejo (CONANP 2010b) se detalla la problemática ambiental del área, destacando el servicio de ecoturismo que ofrece el ejido a través del paraje conocido como Puentecillas, el cual se encuentra cerca del área de amortiguamiento del ANP. El ejido inició en el año 2002 este proyecto de servicios ecoturísticos que ofrece servicio de cabañas, un lago artificial, asadores y palapas, áreas de esparcimiento como un kiosco central, asadores frente al lago, juegos infantiles, cancha de volibol sobre arena y palapas (figuras 23 y 24). Este centro turístico se conectó a través de senderos interpretativos con la zona núcleo para que los visitantes conocieran y admiraran su diversidad biológica; cabe mencionar que 90% de la gente que renta las cabañas utiliza estos senderos (J. Bretado com. pers. 2014), sin que a la fecha se hayan determinado los impactos que generan, ni la capacidad de carga, la cual es una herramienta de planificación que sustenta y requiere decisiones de manejo.

Por otra parte, según el programa de conservación y manejo (CONANP 2010b), el ejido basa su economía principalmente en actividades derivadas de la silvicultura y, en menor escala, en la agricultura y la ganadería; sin embargo, estas dos últimas provocan una degradación paulatina en las zonas cercanas al área de amortiguamiento; la aplicación de tratamientos silvícolas en las cercanías de la reserva influyen sobre las condiciones de hábitat, la dinámica ecológica de largo plazo (productividad, procesos biogeoquímicos, sucesión) y disminuyen las posibilidades de conservación de los recursos naturales presentes.

Debido a lo anterior, este programa señala una sedimentación de cauces y disminución de la calidad del agua por el aporte de la erosión de suelos en terrenos agrícolas y forestales cercanos al ANP. También, menciona que los incendios forestales son frecuentes en toda la región, y debido a que estos afectan principalmente las laderas, su efecto podría ser particularmente crítico en las partes altas que rodean a la zona núcleo; otro problema ecológico importante en esta misma

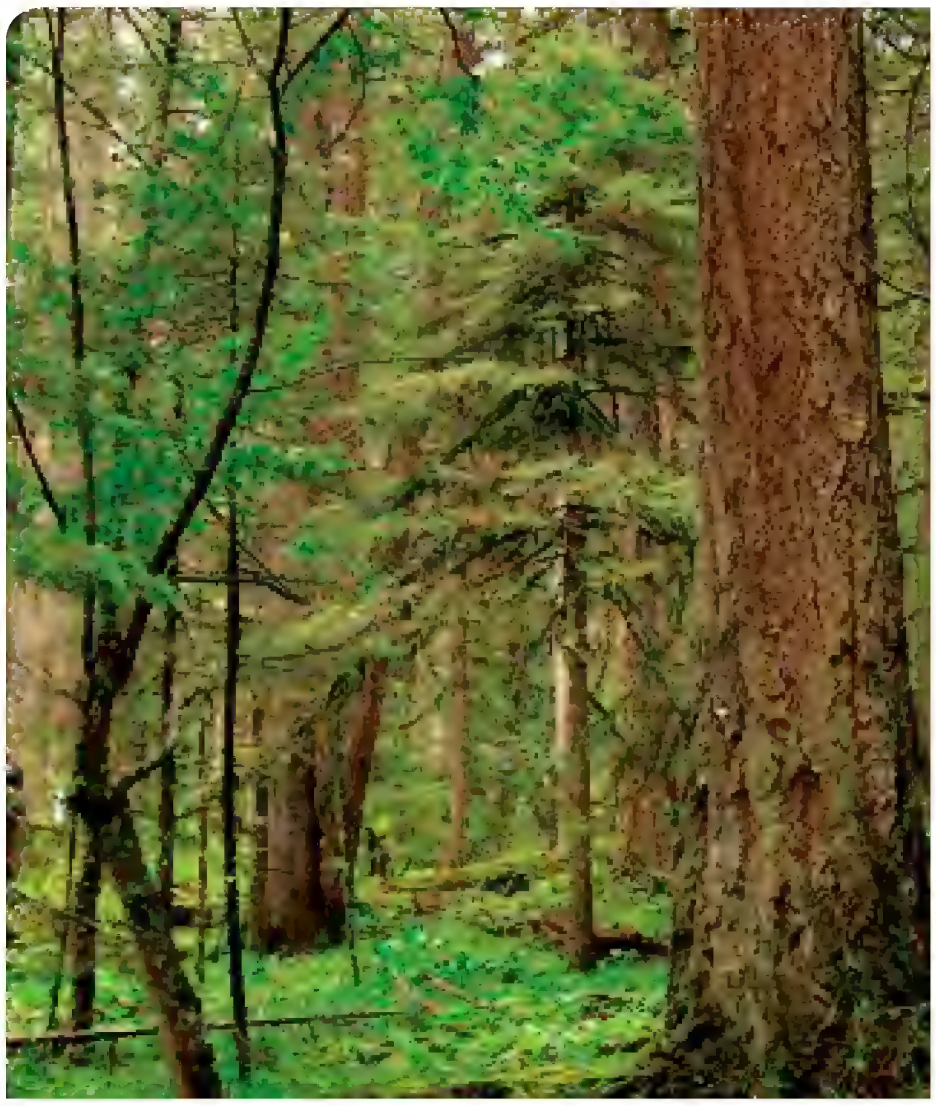


Figura 22. Área del arroyo Santa Bárbara.
Foto: *Santiago Solís González.*

Figura 23. Cabañas del paraje conocido como Puentecillas.
Foto: *Laura Rentería Arrieta.*

Figura 24. Áreas de esparcimiento del paraje conocido como Puentecillas.
Foto: *Laura Rentería Arrieta.*

zona es la reducción de la calidad y existencias de los recursos maderables de las especies presentes, particularmente *Picea chihuahuana.*

La edad de los árboles de esta especie, aunado a las condiciones ambientales tan específicas que requiere para su desarrollo, han originado que su distribución espacial presente patrones poco comunes, desplazándose paulatinamente fuera de las restringidas condiciones ambientales donde generalmente ocurre. La misma situación se presenta, aunque en menor medida, para las especies *Abies durangensis* y *Psedoutsuga menziesii* (CONANP 2010b).

De igual forma, la cantidad de especies tanto de flora como de fauna que esta reserva tiene enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, hace necesario que se establezcan sistemas de monitoreo y estrategias de conservación (cuadro 9).

Servicios ambientales

Los ecosistemas del área proporcionan servicios ambientales esenciales para la vida diaria de sus pobladores, como la captura y el almacenamiento de agua en acuíferos y ríos, la posibilidad de extraer del medio silvestre otros productos útiles, la captura del bióxido de carbono, la estabilidad climática por la regulación del ciclo hídrico y la regulación de la humedad y temperatura del aire, el mantenimiento de suelos fértiles, y el control de deslaves y arrastres masivos de suelo por el efecto de lluvias torrenciales (CONANP 2010b). Dentro de los objetivos en este tópico que se plasmaron en este mismo programa, está el de incrementar las acciones para el pago de servicios ambientales mediante la concertación con instancias del gobierno federal, local y organizaciones no gubernamentales (ONG); cuantificar el potencial de los servicios ambientales mediante estudios específicos sobre captura de carbono, servicios hidrológicos y biodiversidad; e incrementar el interés de la población en la conservación de sus recursos, mediante el pago por servicios ambientales.

Es en relación con estos dos últimos objetivos que el ejido buscó la forma de obtener ingresos a través de un proyecto en el que se aprovechó el potencial natural del ANP como fuente productora de agua, pero a la vez, mediante acciones de manejo, generó beneficios ecológicos, económicos y sociales a partir del aprovechamiento de los valores ambientales presentes, permitiendo también la conservación del patrimonio ejidal (Instituto Tecnológico El Salto 2003).

Cuenca alimentadora de distrito nacional de riego 043 estado de Nayarit

Antecedentes

La información aquí presentada se obtuvo de la memoria técnica de cálculo del Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit, respecto a la subcuenca de los ríos Saucedo, San Pedro y Mezquital, Durango y Nayarit (CONANP 2009), a excepción de cuando se indica la fuente consultada. Lo anterior se debe a que para esta área se tiene muy poca información generada.

El 3 de agosto de 1949 se publicó el decreto que declara zonas protectoras forestales y de repoblación a las cuencas de alimentación de las obras de irrigación de los distritos nacionales de riego, y se establece una veda total e indefinida en los montes ubicados en dichas cuencas (SAG 1949). El 7 de noviembre de 2002 se anuncia el acuerdo por el que se recategorizan como áreas de protección de recursos naturales los territorios a que se refiere el decreto como zonas protectoras forestales y de repoblación. En cumplimiento al artículo segundo del mencionado decreto, la CONANP solicitó oficialmente a la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), en septiembre de 2003, la ubicación y cartografía respectiva. La CONAGUA proporcionó los archivos magnéticos con la delimitación de las cuencas y su ubicación.

El objetivo práctico del decreto consiste en garantizar la permanencia de los servicios ambientales estratégicos, precipitación y abundancia de agua en los sistemas hidrológicos que brindan las cuencas hidrográficas para abastecer de agua a los distritos de riego, para lo cual se requiere necesariamente la protección y conservación de su cobertura de vegetación natural, suelos y relieve que facilitan el aprovechamiento de la irrigación, evitando además el azolve de los vasos y canales.

En el contexto de la importancia del agua como un elemento estratégico y de seguridad nacional, se plantearon los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012 en materia de medio ambiente, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PMARN) 2007-2012 y la vinculación del Programa Nacional Hidráulico (PNH) 2007-2012 en relación a estos. El primero, el PND, propone tres líneas de acción:

- Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
- Protección del medio ambiente.
- Educación y conocimiento para la sustentabilidad ambiental.

El PMARN plantea en sus objetivos la gestión integral de los recursos hídricos por medio del manejo sustentable de cuencas y acuíferos y mejorar la productividad del agua en el sector agrícola con la corresponsabilidad de los tres niveles de gobierno y la sociedad.

Debido a que en México el principal uso del agua es en el sector agrícola, el PNH establece entre sus objetivos mejorar la productividad del agua en el sector agrícola y promover el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.

De acuerdo a los antecedentes mencionados, y en cumplimiento a los objetivos del PND, el PMARN y el PNH, la CONANP puso en operación ANP dentro de las Cuencas Alimentadoras de los Distritos Nacionales de Riego (CADNR). De esta forma, se presentó la memoria técnica a la que pertenece esta información.

Características generales

La CADNR pertenece a la región hidrológico administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico que tiene una extensión total de 190 366 ha. Esta región está integrada por los estados de Aguascalientes, Colima, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas. Las subcuencas de los ríos Saucedo, San Pedro y Mezquital pertenecen a la región hidrológico administrativa III Pacífico-Norte. Esta región comprende la totalidad del estado de Sinaloa y parte de los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas y Nayarit; políticamente está integrada por 51 municipios. Se localizan en ella dos regiones hidrológicas: la RH 10, con una extensión de 104 790 km², y la RH 11 con una extensión de 5 837 km², abarcando una extensión total de 156 627 km², que corresponden a 8% del territorio nacional. En lo que respecta a Durango y Nayarit, como parte de esta ANP, está la subcuenca de los ríos Saucedo, San Pedro y Mezquital (figuras 25 y 26).

La memoria técnica menciona que la población total para el ANP es de 14 639 habitantes, y para la subcuenca alimentadora es de 71 966 habitantes.

Gestión y administración

Esta región está integrada por los estados de Aguascalientes, Colima, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas; genera 14%

Figura 25. Panorámica de una porción de la cuenca.
Foto: *archivo de la CONANP, Reserva de la Biosfera La Michilía.*

del PIB nacional y habitan en ella 20 millones de personas. En este contexto, es de suma importancia administrar y asegurar la disponibilidad, cantidad y calidad del recurso agua.

Tanto la SEMARNAT como sus órganos desconcentrados (CONANP y CONAGUA) tienen diferentes atribuciones en relación con el manejo y la administración de esta ANP. El decreto de creación de las zonas protectoras forestales ordena diversas disposiciones en materia de cuencas hidrográficas y en materia de ANP:

- El artículo segundo indica que la entonces SARH realizará el señalamiento del perímetro de alimentación de las cuencas hidrográficas. En la actualidad, la CONAGUA tiene las atribuciones que se establecen en la Ley de Aguas Nacionales, y su reglamento, conforme lo establece el reglamento interior vigente de la SEMARNAT (CONANP 2009).
- El mismo artículo segundo señala que la SARH determinará la superficie de las zonas vedadas, o "montes" (artículo primero), o regiones que deban protegerse (artículo noveno). La CONANP tiene las atribuciones que en materia de ANP, competencia de la Federación, se establecen en la LGEEPA y su Reglamento en materia de ANP, conforme el reglamento interior vigente de la SEMARNAT.

Sin embargo, para delimitar la CADNR se requiere ubicar las zonas de interés para su conservación (protección, restauración y uso sustentable), y es evidente que actualmente la cobertura vegetal herbácea, arbustiva o arbórea, no corresponde a la vegetación original que predominaba en el año de 1949 (fecha de la declaratoria del ANP). Muchas de las cuencas alimentadoras han sufrido intensos procesos de cambio en el uso del suelo, para ser destinados a diversos usos (urbano, agropecuario, industrial, minero, etc.). En consecuencia, la puesta en marcha del ANP requiere la identificación de las áreas con ecosistemas originales en buen estado de conservación, que no han sido significativamente alterados o transformados por las actividades humanas, y que requieren ser preservados y restaurados para quedar bajo el régimen de ANP, conforme lo previsto en la LGEEPA y los demás ordenamientos aplicables. Es por ello que no se ha tomado la CADNR completa, dado que ha sufrido modificaciones considerables que no se ajustan a los objetivos de conservación del ANP. Esto obedece a que sería irreal contabilizar la superficie completa de la cuenca cuando gran parte de ella presenta modificaciones o alteraciones de las condiciones naturales, quedando superficies menores con características apropiadas para ser conservadas como ANP.

Hasta 2016, esta cuenca no cuenta con un programa de manejo, y tampoco con una zonificación, ya que hay desacuerdos en sus límites por parte de la CONANP y CONAGUA (Ma. Elena Rodarte com. pers. 2012).

Patrimonio biológico

La CONANP identificó los ecosistemas naturales relevantes que en la actualidad mantienen integridad ecológica "aparente", diversidad biológica, servicios ambientales y procesos evolutivos; con esto, obtuvieron las asociaciones vegetales presentes en la cuenca: bosque de *Pinus*; *Pinus-Quercus*; *Quercus*; *Quercus-Pinus*; Ayarin; selva mediana subperenifolia; selva baja caducifolia; selva mediana subcaducifolia; pastizal natural y pastizal inducido.

Es importante mencionar que dentro de la subcuenca se localiza la Reserva de la Biosfera La Michilía (figura 1), las RTP Guacamayita y la Cuenca del río Jesús María, así como la RHP Río Baluarte-Marismas Nacionales, y las AICA Guacamayita.

Servicios ambientales

Las cuencas hidrográficas ofrecen numerosos servicios a la sociedad. Captan más de 110 000 km^3 de lluvia que caen a la tierra todos los años. Gracias a su forma cóncava, además, almacenan la mayor parte de las reservas de agua dulce renovable en las aguas subterráneas y la humedad del suelo. Las cuencas regulan los caudales de agua y así previenen las inundaciones y la sequía en las zonas cercanas de río abajo.

Sus laderas controlan la fuerza y rapidez del caudal de la escorrentía. El suelo rico de agua de estas laderas muchas veces propicia el crecimiento de vegetación que frena la erosión de la escorrentía. Por otra parte, es importante también la función de los recursos naturales de la cuenca en la agricultura, la ganadería y la electricidad. Asimismo, contribuyen al bienestar de la sociedad mediante el suministro de cultivos y alimentos, productos de madera, minerales y una fuente de diversidad biológica y cultural de las tierras altas. Con frecuencia también se asigna un valor recreativo simbólico al paisaje natural y cultural de las cuencas (FAO 2009) (figuras 27 y 28).

Amenazas para la conservación y problemática general

El objetivo de decretar como ANP a esta cuenca era proteger y conservar sus recursos para abastecer de agua

Figura 26. Asentamientos humanos.
Foto: *Archivo de la CONANP, Reserva de la Biosfera La Michilía.*

al distrito de riego. Esta situación se expresaba claramente en los "considerandos" primero y segundo del decreto:

- El primero señalaba que era necesario tomar las medidas de protección indispensables para que los distritos de riego se vieran libres de las amenazas que constituían para sus obras, los acarreos de detritus por las aguas, ocasionados por la erosión de los suelos de las cuencas hidrográficas respectivas que venían a azolvar los vasos, disminuyendo su capacidad de almacenamiento.
- El segundo indicaba que para lograr los fines mencionados era necesario conservar la cubierta vegetal de las cuencas, reconstituirla allí donde ha sido destruida o establecerla en donde no ha existido.

Sin embargo, en la actualidad muchas de las cuencas alimentadoras de los distritos de riego han sido objeto de prácticas inadecuadas de uso del suelo, desmonte y destrucción de la cubierta vegetal original, así como de contaminación de los afluentes, lo que aunado al aumento geométrico de la demanda de agua, potable y agrícola, constituye una causa de interés público para regular las actividades humanas y revertir los procesos de degradación de las mismas, que pueden representar una emergencia para el futuro de México como nación. Todo esto ha llevado a que los asuntos del agua y el bosque se consideren como de "seguridad nacional".

A partir del siglo xx, el desarrollo insostenible a menudo ha puesto en peligro la ecología de las cuencas hidrográficas de muchas partes del mundo. En muchos casos, el crecimiento demográfico ha desempeñado una importante función en este fenómeno.

Para sostener a una población en constante crecimiento se han talado bosques en las tierras altas, a fin de destinar los terrenos a la agricultura o el pastoreo; el aprovechamiento maderable y de leña ha contribuido a la degradación de las cuencas; la pérdida de la cubierta forestal ha incrementado la erosión río arriba y la sedimentación río abajo. En consecuencia, el suelo se ha vuelto más árido en las tierras altas, y cerca de las zonas bajas está expuesto a inundaciones estacionales. También ha aumentado el peligro de que se produzcan deslizamientos de tierra. Para el equilibrio ecológico de las cuencas hidrográficas son esenciales las actividades humanas sostenibles (FAO 2009).

Figura 27. Manto acuífero.
Foto: *Archivo de la CONANP, Reserva de la Biosfera La Michilía.*

HUMEDAL DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL Y PARQUE ESTATAL CAÑÓN DE FERNÁNDEZ

Antecedentes

Los esfuerzos para la creación de un ANP en el Cañón de Fernández inician en 1999 con la creación de la Asociación para la Conservación de la Biodiversidad del Desierto (Biodesert, A.C.) y el Programa Interinstitucional de Educación Ambiental para la Conservación del río Nazas, en el que participaron ONG como el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y Biodesert A.C.; así como también depndencias de gobierno entre las que se encontraban la Dirección de Ecología y Recursos Naturales del estado de Durango, la Dirección de Ecología del municipio de Lerdo, la Secretaría de Educación, Cultura y Deporte del estado de Durango y la CONAGUA. De igual forma, colaboraron instituciones educativas encabezadas por la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED) y el Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 47. En ese mismo año, se crea la asociación Prodenazas (actualmente denominada Prodefensa del Nazas, A.C.) formada por representantes de las Direcciones de Ecología de los municipios de Durango, Lerdo y Gómez Palacio, de la SEMARNAT y la PROFEPA, así como de ONG, de universidades y centros de investigación. La SRNYMA lleva a cabo el estudio técnico justificativo (Garza-Herrera *et al.* 2001) en el área para decretarla como ANP con el carácter de parque estatal en el año 2004 (Valencia-Castro *et al.* 2003).

Cuatro años después (2 de febrero de 2008), también es reconocido como sitio de importancia internacional ante la Convención Ramsar (tratado intergubernamental para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos) (sitio Ramsar no. 1747; Ramsar 2008), por la existencia de un gran humedal formado por la zona riparia y el vaso de la presa Francisco Zarco, en medio del Desierto Chihuahuense (figura 29) (Valencia-Castro *et al.* 2003).

Los humedales se caracterizan por ser zonas de transiciones, tanto terrestres como marinas-costeras, situadas en las partes bajas de los terrenos que se inundan temporal, recurrente o permanentemente, por aguas superficiales o subterráneas (CONABIO 2015).

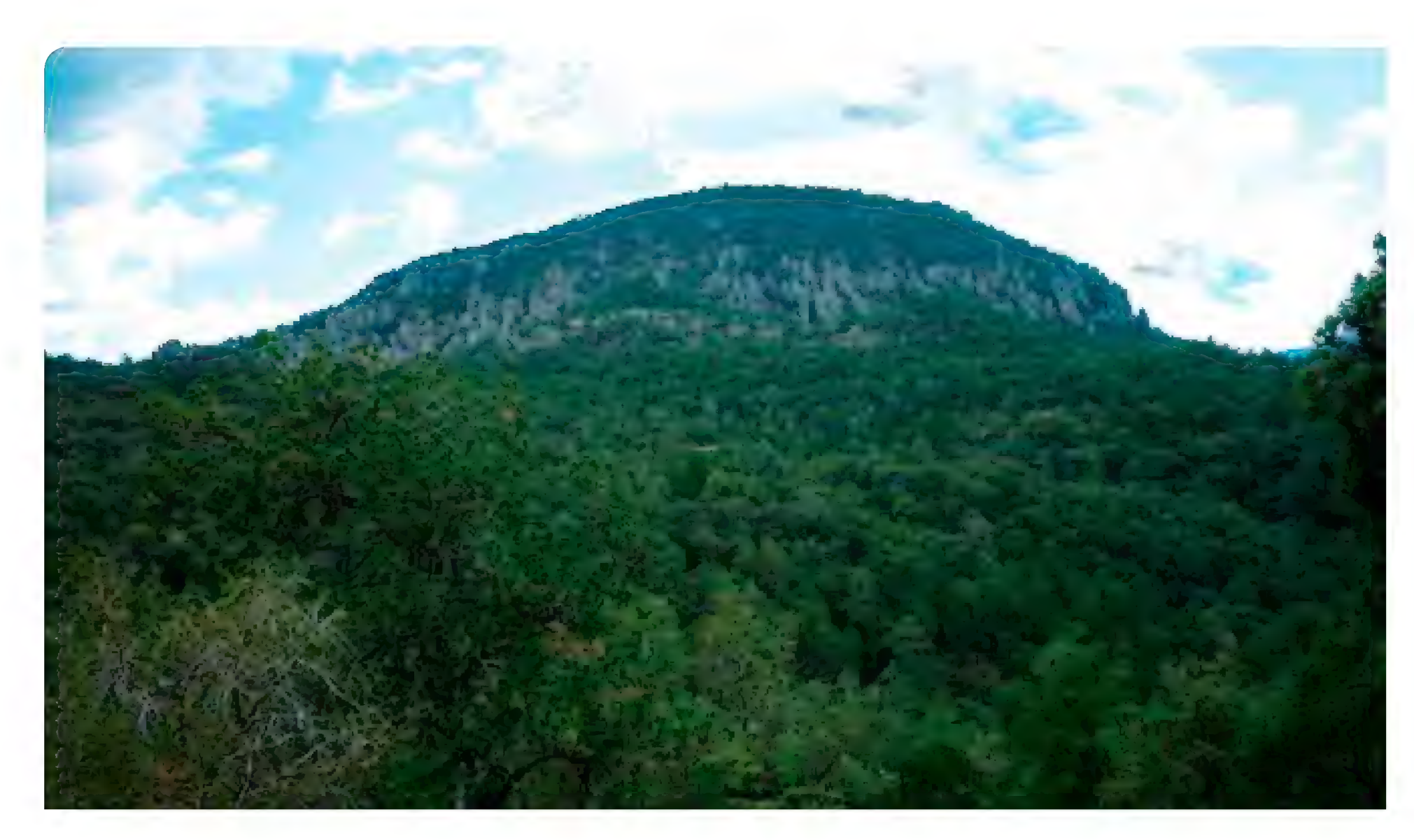


Figura 28. Cubierta vegetal.
Foto: *Archivo de la CONANP, Reserva de la Biosfera La Michilía.*

Ramsar es el más antiguo de los modernos acuerdos intergubernamentales sobre el medio ambiente. El tratado se negoció en el decenio de 1960 entre países y organizaciones no gubernamentales preocupados por la creciente pérdida y degradación de los hábitats de humedales para las aves acuáticas migratorias. Se adoptó en la ciudad Iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975 (Ramsar 2014a).

Los sitios Ramsar se designan de acuerdo con nueve criterios, ocho de los cuales son de biodiversidad, lo que pone de relieve la importancia de la preservación de esta diversidad mediante la designación y la restauración de humedales (Ramsar 2014b).

México tiene 142 sitios de importancia Ramsar (CONANP 2016b), y es parte de la Convención desde el 4 de noviembre de 1986 (Ramsar 2014c).

Ante 141 Partes Contratantes de la Convención Ramsar, se aprobó por consenso el Proyecto de Resolución DR12, el cual busca garantizar las necesidades hídricas de los humedales a nivel mundial. Este proyecto fue presentado por el gobierno mexicano a través de la CONANP y la CONAGUA, y con el apoyo de la Alianza WWF - Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA), en el marco de la 12ª Reunión de la Conferencia de las Partes (COP12) que se celebró del 1 al 9 de junio de 2015 en Punta del Este, Uruguay. Con su aprobación, los países trabajarán en la determinación de caudales ecológicos con el fin de asegurar un volumen de agua, con la cantidad, calidad y el régimen adecuado, para conservar los humedales, en particular aquéllos de importancia internacional inscritos ante la Convención Ramsar. La resolución reconoce al Programa Nacional de Reservas de Agua desarrollado en México como un ejemplo para el resto de los países. Este programa es único por sus alcances, ya que en una primera etapa tiene como meta establecer 189 reservas de agua para la protección de 55 sitios Ramsar y 97 ANP en México, y por integrar la conservación del agua y el territorio para proteger los humedales y el agua del futuro (WWF 2015).

Características generales

El Parque Estatal Cañón de Fernández (PECF) se ubica en la parte noroeste de Durango, en el extremo sur del municipio de Lerdo, y es atravesado por el río Nazas (figura 30) (CONACYT y CONAGUA 2012).

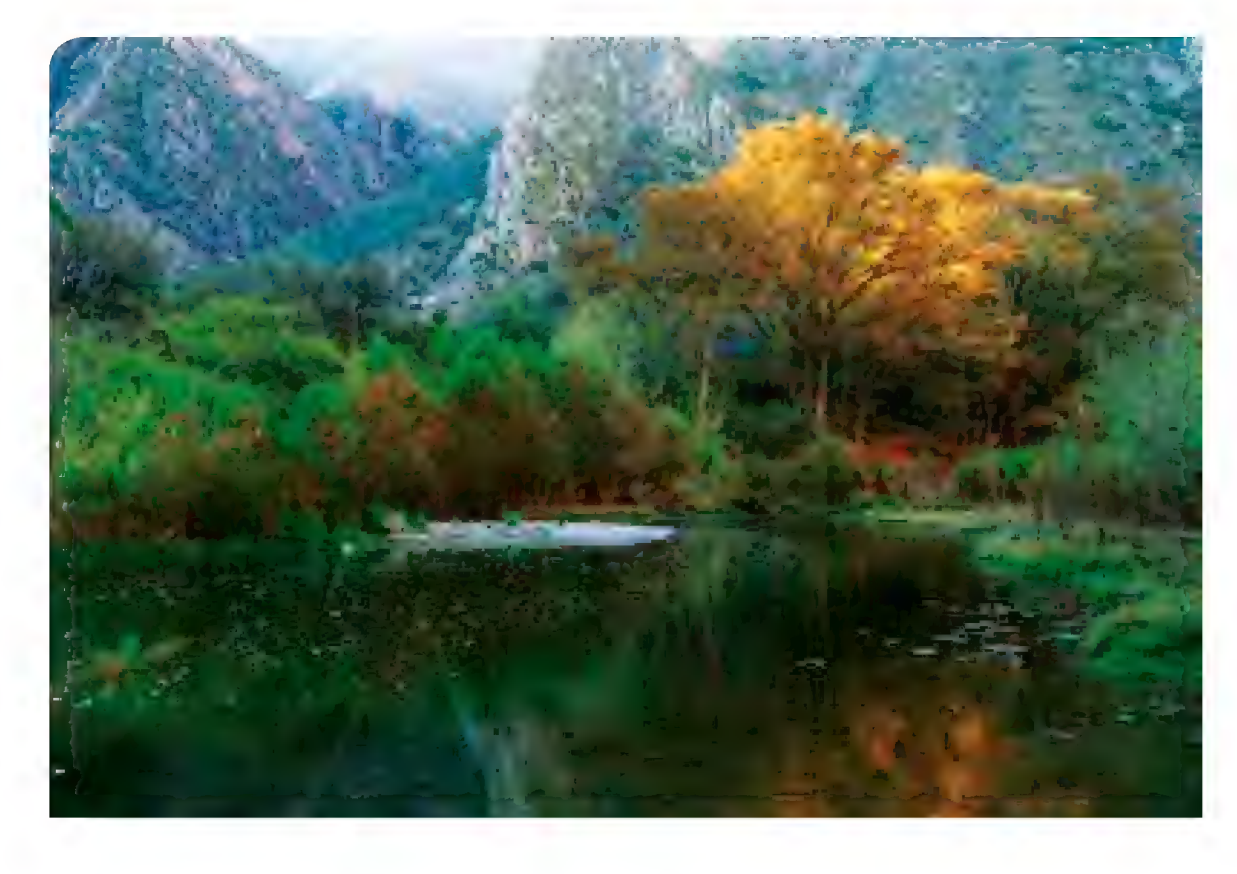


Figura 29. Humedal del Cañón de Fernández.
Foto: *Francisco Valdés Perezgasga.*

Este río drena una buena parte de la región hidrológica 36 Nazas-Aguanaval, la cual es endorreica porque el río desemboca dentro del continente y no en el mar, y tiene una superficie de 100 000 km² aproximadamente. El Nazas es una bella línea verde que se inicia en la confluencia de los ríos Sextín y Ramos y termina desde hace algunos años en la represa San Fernando. Su extensión original era de 350 km y desembocaba en la extinta laguna de Mayrán (Valencia-Castro s/f). También, cabe mencionar que el área es considerada por la CONABIO como parte de una región hidrológica prioritaria (RH40) (Ramsar 2007).

El clima registrado en la estación de la presa marca un clima muy seco, con una temperatura promedio anual de 20 °C. La temperatura mínima promedio es de 15 °C y la máxima de 30 °C; reportándose las más altas entre los meses de mayo a septiembre.

Para esta ANP, se registran pocos días con heladas al año, presentándose principalmente entre diciembre y febrero. La precipitación media anual es de 260 mm, y se concentra entre los meses de junio y septiembre (régimen estival) y la evaporación corresponde a 10 veces la precipitación anual, siendo mayor en mayo y junio (Garza-Herrera *et al.* 2001).

De acuerdo a lo que menciona el plan de manejo (Valencia-Castro *et al.* 2003) las principales localidades y centros de población en el área son los ejidos Nuevo Graseros, La Loma y El Refugio; asimismo, son dueños de la mayor parte de la superficie del polígono del ANP. Con base también en lo que menciona el plan de manejo y sus diversas fuentes consultadas, la tenencia del suelo es de tipo comunal, ejidal, privada, federal y nacional, siendo las dos primeras, las más importantes en cuanto a extensión y corresponden a los núcleos agrarios de La Loma y El Refugio.

Patrimonio biológico

El PECF es un humedal ripario (figura 31) y alberga un gran número de especies vulnerables y en peligro de extinción, así como comunidades ecológicas amenazadas, y es un polo de alta biodiversidad de flora y fauna. El sitio también alberga una gran variedad de especies importantes para sustentar la diversidad biológica de la región biogeográfica, constituyendo un banco de germoplasma y un importante refugio para la vida silvestre durante sequías y temperaturas extremas. Este humedal contribuye a recargar los mantos acuíferos y moderar el clima local. El PECF realiza las funciones de un corredor biológico, uniendo dos de los ecosistemas regionales de mayor importancia: el Desierto Chihuahuense y los bosques templados de la Sierra Madre Occidental (Ramsar 2008).

El tipo de vegetación predominante es el matorral xerófilo (figura 32) con los subtipos matorral rosetófilo y micrófilo. Asimismo, un componente importante de la vegetación presente en esta área es el bosque de galería (figura 31) (Valencia-Castro *et al.* 2003).

López-Ferrari y Espejo-Serna (2013) describen a *Hechtia mapimiana* (figura 33) como una nueva especie

Figura 30. Río Nazas.
Foto: *Gladys Aguirre Balza.*

Figura 31. Los géneros *Prosopis, Salix* y *Populus* en el río Nazas.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

endémica del Cañón de Fernández en la sierra de Mapimí, y señalan que el nuevo taxón se compara con *H. zamudioi*, con la cual presenta similitudes a nivel vegetativo y floral, siendo este último un taxón endémico de la cuenca del río Estórax, en el estado de Querétaro (Espejo-Serna *et al.* 2008 citados en López-Ferrari y Espejo-Serna 2013).

El PECF es un importante refugio biológico debido a su estructura y localización propia, presenta innumerables cañones en las laderas de las elevaciones de los cerros adyacentes al río Nazas, y esto le confiere características únicas que favorecen la existencia de especies de flora y fauna tanto endémicas como migratorias y con algún estatus de conservación (cuadro 9) (Valencia-Castro *et al* 2003).

Gestión y administración

El Gobierno del Estado a través de la SRNYMA tiene las facultades legales sobre esta ANP. La asociación Prodefensa del Nazas A.C. es quien la administra y dirige por convenio firmado con Gobierno del Estado (Ramsar 2007).

La Facultad de Agricultura y Zootecnia, y la Escuela Superior de Biología (actualmente Facultad) de la UJED, elaboraron el plan de manejo del área, finalizándolo en el 2003; sin embargo, al no ser socializado en reuniones sectoriales con los grupos involucrados para tener su aprobación, no tuvo validez oficial. Para el 2016, la Facultad de Ciencias Biológicas está elaborando un nuevo plan de manejo que deberá estar finalizado para el año 2016.

Amenazas para la conservación y problemática general

A pesar de la importancia económica, ecológica y cultural de los humedales, estos siguen siendo afectados por los procesos de cambio, inducidos por el cambio climático global y por la presión del hombre al permitir el cambio en el uso del suelo, principalmente a través de la intensificación de la agricultura y el crecimiento urbano. Los humedales tienen un alto grado de complejidad biológica, que los hace realmente vulnerables al cambio. La mayoría de las transformaciones de los humedales interiores se deben a cambios en el hábitat que tuvieron un mayor impacto sobre la biodiversidad en el siglo pasado (CONANP 2016b).

El principal uso de la tierra en el PECF es la agricultura, el ganado, la pesca, la industria y la recreación. Para las especies arbóreas, representa una fuerte amenaza la dispersión del muérdago (*Phoradendron* spp.), ya que disminuye la viabilidad de las poblaciones de sabinos (*Taxodium mucronatum*) y de álamos (*Populus* spp.). Otras amenazas están relacionadas con la disminución de la circulación del agua, el cambio en el régimen de la dirección (funcionamiento) de aguas estancadas, y, en general, los cambios en el paisaje creados por la presa Francisco Zarco. Estas son amenazas permanentes mientras esté el parque en funcionamiento (Ramsar 2016).

De igual forma, este cañón presenta un deterioro severo del bosque de galería como indicador de malas

Figura 32. Matorral xerófilo.
Foto: *Gladys Aguirre Balza.*

Figura 33. *Hechtia mapimiana* en el Cañón de Fernández y *Agave victoriae* subsp. *swobodae* (subespecie endémica a la región).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Cuadro 9. Grupos taxonómicos presentes en el humedal de importancia internacional y Parque Estatal Cañón de Fernández

Grupos taxonómicos	Órdenes	Familias	Géneros	Especies	Estatus de conservación (SEMARNAT 2010)	Fuente
Anfibios	1	4	5	7	3	Castañeda-Gaytán y García de la Peña 2003
Aves	16	42	138	219	14	Ramos-Robles y Ángeles-Rebolloso 2003
Hongos	11	21	34	40	–	Medrano-Valtierra 2011
Mamíferos	7	17	40	55	6	Salas-Westphal y Varela-Gómez 2003
Plantas vasculares	20	35	103	240	3	Garza *et al.* 2001
Peces	6	9	22	27	11	Contreras-Balderas *et al.* 2003
Reptiles	3	13	30	48	18	Castañeda-Gaytán y García de la Peña 2003
Total	**64**	**141**	**372**	**636**	**55**	

prácticas de manejo, y cacería ilegal y pérdida de ecosistemas (Gobierno Municipal de Lerdo 2013).

El parque se enfrenta de igual forma al pastoreo excesivo y a la extracción de material edáfico y geológico, que ocasionan severos procesos erosivos (Muro-Pérez *et al.* 2012).

Servicios ambientales

Los humedales son ecosistemas de gran importancia para la conservación de la biodiversidad y el bienestar humano, ya que son un importante recurso en el abastecimiento de agua, y para la recarga de los acuíferos subterráneos (figura 34). Estos sitios son áreas críticas de biodiversidad, albergando un gran número de especies amenazadas de plantas y animales, y ofrecen una serie de importantes servicios de regulación del clima y de la erosión, purificación de agua y la polinización. Asimismo, los humedales son, importantes lugares de almacenamiento de material genético vegetal, por lo que es necesario llevar a cabo acciones que aseguren el mantenimiento de sus características ecológicas (CONANP 2016b).

Además, ayudan a la retención y exportación de sedimentos y nutrientes, y la proporción de especies endémicas es una de las características más importantes de los humedales. Por otra parte, su diversidad biológica y su valor paisajístico son atractivos para el desarrollo de diversos usos recreativos (como el ecoturismo o turismo de naturaleza) que pueden generar ingresos a comunidades locales y a nivel nacional (SEMARNAT 2014). También, pueden actuar como esponjas naturales ante inundaciones y sequías (CONABIO 2015).

Cuenca alimentadora del Distrito Nacional de Riego 075 Río Fuerte

Antecedentes

El decreto de 1949 que declara como zonas protectoras forestales y de repoblación las cuencas de alimentación de las obras de irrigación de los distritos nacionales de riego, así como el acuerdo de recategorización como áreas de protección de recursos naturales de 2002, aplica para esta cuenca también (véase Antecedentes de la CADNR 043 y SAG 1949).

La búsqueda de información relacionada con esta ANP resultó prácticamente infructuosa, y sólo se contó con una publicación por parte del DOF (SRH 1948) en el que

Figura 34. Parque estatal Cañón de Fernández.
Foto: *Francisco Valdés Perezgasga.*

se publica un acuerdo que declara vedado por tiempo indefinido el otorgamiento de concesiones para aprovechar aguas del río Fuerte, Sinaloa, y la de todos sus afluentes y subafluentes que constituyen su cuenca tributaria, desde sus orígenes en el estado de Chihuahua hasta su desembocadura en el océano Pacífico, en el estado de Sinaloa (SRH 1948). Asimismo, se publicó el decreto que declara de utilidad pública la construcción por cooperación del canal de Cahuinahua y su correspondiente presa de derivación en el Distrito de Riego del río Fuerte, Sinaloa, así como el programa de financiamiento relativo (SRH 1950).

CONCLUSIONES

Las actuales ANP de Durango resultan insuficientes para proteger su patrimonio biológico natural. De las siete ANP existentes, tres carecen de programa de manejo, por lo que se les puede considerar omisiones administrativas de conservación.

Aunado a lo anterior, si bien estas cuatro ANP cuentan con programas, carecen, al igual que el resto, de los recursos necesarios para operar adecuadamente, ya que no cuentan con el personal ni la infraestructura suficiente para cumplir con su importante cometido de proteger la biodiversidad del estado.

REFERENCIAS

Aguirre-Calderón, O., J. Jiménez-Pérez y J.E. Treviño-Garza. 2009. Análisis de la estructura espacial y diversidad de los ecosistemas forestales. *Ciencia e Investigación Forestal.* Instituto Forestal / Chile 15(1): 5-18.

Álvarez, T. y O. Polaco. 1983. Herpetofauna de La Michilía, Durango, México. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx.* 28:73-97.

—. 1984. Estudio de los mamíferos capturados en La Michilía, sureste de Durango, México. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx.* XXVIII (28): 99-148.

APDM. Áreas protegidas de México. s/f. En: < *http://www. apdm.com. mx*>, última consulta: 3 de marzo de 2014.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar *et al.* (coords.). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México.* CONABIO. México.

Barral, H. 1988. El hombre y su impacto en los ecosistemas a través del ganado. En: *Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí.* C. Montaña (ed.). Instituto de Ecología, Publicación 23. pp. 241-268.

Bertzky B., C. Corrigan, J. Kemsey *et al.* 2012. Protected planet report 2012: Tracking progress towards global targets for protected areas. IUCN, Gland, Switzerland and UNEP/WCMC. Cambridge.

Bezaury-Creel, J., D. Gutiérrez–Carbonell *et al.* 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. En: *Capital Natural de México,* Vol. II: *Estado de Conservación y Tendencias de Cambio.* CONABIO, México.

Bezaury-Creel J. E., J.F. Torres, L. M, Ochoa-Ochoa y M. Castro-Campos. 2011. Áreas naturales protegidas y otros espacios destinados a la conservación, restauración y uso sustentable de la biodiversidad en México. TNC. México. Formato mapa cartel.

Bignoli, J., D. Burgess, N.D. Bingham *et al.* 2014. Protected Planet Report 2014. UNEP/WCMC. Cambridge.

Breimer, R.F. 1988. Physiographic soil survey. En: *Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí.* C. Montaña (ed.). Instituto de Ecología, Publicación 23, pp. 115-134.

Cantú, C. 2003. *La red de áreas naturales protegidas del estado de Durango y sus omisiones de conservación.* SRNYMA, Gobierno del estado de Durango.

Cantú, C., R.G. Wright, J.M. Scott y E. Strand. 2004. Assessment of current and proposed nature reserves of Mexico based on their capacity to protect geophysical features and biodiversity. *Biological Conservation* 115: 411-417.

Castañeda-Gaytán, J. G. y M. C. García de la Peña. 2003. Herpetofauna del área natural protegida Parque Estatal Cañón de Fernández. En: *Plan de manejo del Parque Estatal Cañón de Fernández, en el Municipio de Lerdo, Estado de Durango*, pp. 60 y 193-199.

CDB y PNUMA. Convención para la Diversidad Biológica y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2011. Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi. En: <*https://www.cbd.int/sp/default.shtml*>, última consulta: 3 de octubre de 2014.

Chape, S., M. Spalding y M.D. Jenkins. 2008. The world's protected areas. Prepared by The unep World Conservation Monitoring Centre. University of California Press. Berkele.

Cifuentes A.M., A. Izurieta V. y H.H. de Faria. 2000. *Medición de la efectividad del manejo de áreas protegidas.* Turrialba, CC.R.: WWF/UICN/GTZ.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2015. Día mundial de los humedales. Nota 86. En: <*http://www.conabio.gob.mx/web/medios/index.php/noticias-2015/355-dia-mundial-de-los-humedales*>, última consulta: 27 de abril de 2016.

CONABIO y UAEM. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 2004. *La diversidad biológica en Morelos: Estudio del estado.* Contreras-MacBeath, T., J. C. Boyás, F. Jaramillo (eds). CONABIO/UAEM, México.

CONACYT y CONAGUA. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Comisión Nacional del Agua. 2012. Estudio interdisciplinario de los humedales de la república mexicana: desarrollo metodológico para el inventario nacional de humedales y su validación a nivel piloto. Segundo informe de validación en campo Cañón de Fernández, Durango. Fondo sectorial de investigación y desarrollo sobre el agua. Proyecto 84369.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2006. *Programa de conservación y manejo Reserva de la Biosfera de Mapimí, Durango.*

—.2009. Memoria técnica de cálculo del Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit, en lo respectivo a la subcuenca de los ríos Saucedo, San Pedro y Mezquital, Durango y Nayarit. México.

—.2010a. Programa de conservación y manejo del Área Natural Protegida Parque Ecológico El Tecuán. Gobierno del Estado/CONANP/UAJED.

—.2010b. Programa de conservación y manejo del Área de Protección de Recursos Naturales Quebrada de Santa Bárbara. SRNYMA/CONANP/Instituto Tecnológico de El Salto.

—.2014. Quienes somos. En: <*http://www.conanp.gob.mx/quienes_somos/*>, última consulta: 10 de octubre de 2014.

—.2016a. Áreas protegidas decretadas. En: <*http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/*>, última consulta: 14 de marzo de 2016.

—. 2016b. Humedales de México. En: <*http://ramsar.conanp.gob.mx/la_conanp_y_los_humedales.php*>, última consulta: 18 de mayo de 2016.

Congreso de la Unión. 1917a. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada el 5 de febrero de 1917 en el Diario Oficial de la Federación. Reforma publicada el 3 de agosto de 1949.

—. 1917b. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada el 5 de febrero de 1917 en el Diario Oficial de la Federación. Reforma publicada el 18 de julio de 1979.

—. 1917c. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada el 5 de febrero de 1917 en el Diario Oficial de la Federación. Reforma publicada el 27 de noviembre de 2000.

—. 1917d. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada el 5 de febrero de 1917 en el Diario Oficial de la Federación. Reforma publicada el 7 de noviembre de 2002. .

—. 1917e. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada el 5 de febrero de 1917 en el Diario Oficial de la Federación. Reforma publicada el 20 de julio de 2007.

—. 1917f. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada el 5 de febrero de 1917 en el Diario Oficial de la Federación. Reforma publicada el 28 de febrero de 2013.

Congreso del Estado. 2008. Decreto mediante el cual se declara área natural protegida el Parque Ecológico El Tecuán. Publicada el 30 de marzo de 2008 en el Periódico Oficial del Estado.

Contreras-Balderas, S. *et al.* . 2003. Ictiofauna. En: *Plan de manejo del Parque Estatal Cañón de Fernández, en el municipio de Lerdo, estado de Durango*, pp. 60-61 y 219.

Cornet, A. 1988. Principales caractéristiques climatiques. En: *Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí.* C. Montaña (ed.). Instituto de Ecología, Publicación 23, pp. 45-76.

Cox, J., R. Kautz, M. MacLaughlin y T. Gilbert. 1994. Closing the gaps in Florida's wildlife habitat conservation system. Office of Environmental Services. Florida Game and Fresh Water Fish Commission.

DRBLM. Dirección de la Reserva de la Biosfera La Michilía. 2004. Plan Rector de la Microcuencas de la Reserva de la Biosfera La Michilía. CONANP. Durango.

Duarte-Moreno, J.A. y R.J. González-Hernández. 2013. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Región Norte y Sierra Madre Occidental.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2009. *¿Por qué invertir en ordenación de las cuencas hidrográficas?*

Gadsden, H. y P. Reyes-Castillo. 1991. Caracteres del ambiente físico y biológico de la Reserva de la Biosfera La Michilía. Durango, México. *Folia Entomológica Mexicana* 81:1-19.

García-Arévalo, A. 2002. Vascular plants of the Mapimí biosphere reserve, México: A Check List. SIDA 20:797-807.

—. 2008. Vegetación y flora de un bosque relictual de *Picea chihuahuana* Martínez del norte de México. *Polibotánica* (25): 45-68.

Garza, H. A., M. Neri y E. Aragón. 2004. Guía de aves. Reserva de la biosfera, La Michilía. INECOL/CONABIO, Xalapa.

Garza, H. A., E. Aragón y M. Neri. 2007. Guía de aves. Reserva de la biosfera de Mapimí. INECOL/FOMIX/CERAC, Durango.

Garza-Herrera, A., E. Chacón de la Cruz y L.E Palacios-Orona. 2001. Estudio técnico justificativo para decretar el "Cañón de Fernández" como área natural protegida (municipio de Lerdo, Dgo.) SRNYMA/ Consultoría privada "Alfredo Garza Herrera".

Gobierno Municipal de Lerdo. 2013. Estudio técnico para el ordenamiento ecológico y territorial del municipio de Lerdo, Durango. SEMARNAT/Gobierno del Estado de Durango/SRNYMA/Gobierno del Municipio de Lerdo. En: <*http://www.lerdo.gob.mx/lerdo/transparencia/POET/version4.pdf*>, última consulta: 3 de junio de 2016.

González-Elizondo, S., M. González-Elizondo y A. Cortés-Ortiz. 1993. Vegetación de la Reserva de la Biosfera La Michilía. Durango, México. *Acta Botánica Mexicana* 22: 1-104.

González-Elizondo, M., S. González-Elizondo, J. Tena-Flores y A. García-Arévalo. 1999. Florística de áreas protegidas en el estado de Durango. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Durango. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. H100. México.

González-Elizondo, M. S., M. González-Elizondo y M. A. Márquez. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés. México.

González-Elizondo, M. S., M. González-Elizondo, J. A. Tena - Flores, L. Ruacho-González e I. L. López-Enríquez. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: una síntesis. *Acta Botánica Mexicana* 100: 351-403.

Gordon A. G. 1968. Ecology of *Picea chihuahuana* Mtz. *Ecology* 49(5):880-896.

Halffter, G. 1984. Las reservas de la biosfera: conservación de la naturaleza para el hombre. *Acta Zoológica Mexicana* 5:1-50.

—. 1988. El concepto de la reserva de la biosfera. En: *Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la reserva de la biosfera de Mapimí.* C. Montaña (ed.). Instituto de Ecología, Publicación 23, pp. 19-44.

—. 2011. Reservas de la biosfera: problemas y oportunidades en México. *Acta Zoológica Mexicana* 27(1): 177-189.

Halffter, G., C.E. Moreno y E.O. Pineda. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 2. Zaragoza.

INE. Instituto Nacional de Ecología. 1996. Programa de manejo de la reserva de la biosfera La Michilía. SEDESOL, México.

INE y SEMARNAP. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1996. *Gaceta Ecológica* No. 38.

INEGI. 1997. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Provincias fisiográficas de México. INEGI, México.

—. 2007. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. Serie 4 (continuo nacional). escala 1:250 000. Aguascalientes.

Instituto Tecnológico El Salto. 2003. Proyecto técnico ejido El Brillante. Pago por servicios ambientales en el área de Santa Bárbara como una fuente potencial de producción de agua. Instituto Tecnológico Forestal No 1. de El Salto, P. N. Durango/SEMARNAT.

López-Ferrari, A.R. y A. Espejo-Serna. 2013. *Hechtia mapimiana* (Bromeliaceae; Hechtioideae), una nueva especie del estado de Durango, México. *Acta Botánica Mexicana* 102:89-97

MAB y UNESCO. El hombre y la biosfera de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2012. Segunda revisión periódica de la Reserva de laB Mapimí, México.

Maury, M.E. 1993. La Michilía. Encuesta. En: *Proyecto de evaluación de áreas naturales protegidas de México.* A. Gómez-Pompa, R. Dirzo *et al.* (comps.). SEDESOL, México.

MA. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis.

Medrano–Valtierra, G.J. 2011. *Estudio de la flora micológica en el Parque Estatal Cañón de Fernández, Lerdo, Durango.* Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango.

Montaña, C. 1988. Las formaciones vegetales. En: *Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí.* C. Montaña (ed.). Instituto de Ecología, Publicación 23, pp. 167-197.

Muro-Pérez, G., J. Sánchez-Salas y A. Alba-Ávila. 2012. Desarrollo agroindustrial: reseña y perspectiva en la Comarca Lagunera, México. *Chapingo*, Serie Zonas Áridas 11:1-7.

Noss, R.F. 1996. Protected areas: how much is enough? En: *National parks and protected areas.* R. G. Wright (ed.). Blackwell Science, Cambridge Mass, pp. 91-120.

Odum, E.P. 1970. Optimum population and environment: a Georgia microcosm. *Current History* 58: 355-359.

Ramos-Robles, S.L. y S.L. Ángeles-Rebolloso. 2003. Avifauna del Cañón de Fernández, municipio de Lerdo, Durango. En: *Plan de manejo del Parque Estatal Cañón de Fernández, en el municipio de Lerdo, estado de Durango*, pp. 60 y 199-203.

Ramsar. Convención de Ramsar. 2007. Ficha informativa de los humedales de Ramsar (FIR)- Versión 2006-2008. Pasrque Estatal Cañón de Fernández. En: <*https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1747RIS.pdf*>, última consulta: 3 de junio de 2016.

—. 2008. Parque Estatal Cañón de Fernández. En: <*https://rsis.ramsar.org/ris/1747*>, última consulta: 27 de abril de 2016.

—. 2014a. Historia de la Convención de Ramsar. En: <*http://www.ramsar.org/es/acerca-de/historia-de-la-convenci%C3%B3n-de-ramsar*>, última consulta: 27 de abril de 2016.

—. 2014b. Los sitios Ramsar. En: <*http://www.ramsar.org/es/sitios-pa%C3%ADses/los-sitios-ramsar*>, última consulta: 27 de abril de 2016.

—. 2014c. Perfiles de los países. En: <*http://www.ramsar.org/es/perfiles-de-los-pa%C3%ADses*>, última consulta: 18 de mayo de 2016.

Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México.* Editorial Limusa. México.

Rentería-Arrieta, L.I. 2010. *Contribución al conocimiento de la biodiversidad bajo estatus de protección legal y las áreas naturales protegidas*

del estado de Durango, México. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Romero, S., M. Barrios, J.G. Bretado *et al.* 2007. Programa de manejo forestal de tipo avanzado del ejido forestal "El Brillante", municipio de Pueblo Nuevo, Durango (programa de manejo original). Reporte técnico tipo NOM-152-SEMARNAT-2006. Edición inédita.

SAG. Secretaría de Agricultura y Ganadería. 1949. Decreto que declara zonas protectoras forestales y de repoblación las cuencas de alimentación de las obras de irrigación de los distritos nacionales de riego, y se establece una veda total e indefinida en los montes ubicados dentro de dichas cuencas. Publicado el 3 de agosto de 1949 en el Diario Oficial de la Federación.

Salas-Westphal, A. y E.G. Varela-Gómez. 2003. Mastofauna del Parque Estatal Cañón de Fernández, Lerdo, Durango. En: *Plan de manejo del Parque Estatal Cañón de Fernández, en el municipio de Lerdo, estado de Durango*, pp. 60 y 204-211.

SCDB. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2004. Programa de trabajo sobre áreas protegidas (programas de trabajo del CDB) Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 9 de enero de 2015.

SEMARNAP, INE y CONABIO. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Instituto Nacional de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1995. Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango. Gobierno del Estado de Durango.

—. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

—. 2014. Política Nacional de Humedales. En: <*http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/PNH_SEMARNAT.pdf*>, última consulta: 25 de mayo de 2016.

SEMARNAT y CONANP. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2016. Prontuario estadístico y geográfico de las áreas naturales protegidas de México. Primera edición. México. En: <*http://entorno.conanp.gob.mx/docs/PRONTUARIO-ANP-2015.pdf*>, última consulta: 8 de noviembre de 2016.

Soule, M. E. y M. A. Sanjayan. 1988. Conservation targets do they help? *Science* 279: 2060-2061.

SRH. Secretaría de Recursos Hidráulicos. 1948. Acuerdo que declara vedado, por tiempo indefinido, el otorgamiento de concesiones para aprovechar aguas del río Fuerte, Sinaloa. Publicada el 25 de octubre de 1948 en el Diario Oficial de la Federación.

—.1950. Decreto que declara de utilidad pública la construcción, por cooperación, del canal de Cahuinahua y su correspondiente presa de derivación, en el Distrito de Riego del río Fuerte, Sinaloa. Publicada el 31 de agosto de 1950 en el Diario Oficial de la Federación.

—. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1979. Decreto por el que se declara de Interés público el establecimiento de la Zona de Protección Forestal en la región conocida como "La Michilía", así como la Reserva Integral de la Biosfera, en el área de 35 000 ha ubicada en el estado de Durango. Publicado el 18 de julio de 1979 en el Diario Oficial de la Federación.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2003. Beneficios más allá de las fronteras. V Congreso Mundial de Parques de la UICN. Conservación Mundial. Boletín de la UICN 2.

—. 2012. Categorías de gestión de áreas protegidas. En: <*http://www.iucn.org/es/sobre/trabajo/programas/areas_protegidas_/copy_of_categories_wcpa_french_13012012_1128/*>, última consulta: 8 de abril de 2016.

UICN y CMAP. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Comisión Mundial de Áreas Protegidas. 2000. Áreas Protegidas. Beneficios más allá de las fronteras. La CMAP en acción.

UNEP y WCMC. United Nations Environment Programme y World Conservation Monitoring Centre. 2008. Estado de las áreas protegidas del mundo 2007: Informe anual de los avances mundiales en materia de conservación.

Valencia-Castro, C. M. s/f. Conservación de ecosistemas en la Comarca Lagunera. En: <*http://www.chapingo.mx/revistas/phpscript/download.php?file=completo&id=MTYzNw==*>, última consulta: 21 de abril de 2016.

Valencia-Castro *et al.* (coord.). 2003. Plan de manejo del Parque Estatal Cañón de Fernández, en el municipio de Lerdo, estado de Durango. SERENAMA/UJED/Biodesert/ProdeNazas. México.

WWF. Fondo Mundial para la Naturaleza. 2015. Aprueba Convención Ramsar propuesta de México para proteger humedales de importancia internacional. En: <*http://wwf.panda.org/wwf_news/?248273/Aprueba-Convencion-Ramsar-propuesta-de-Mexico-para-proteger-humedales-de-importancia-internacional*>, última consulta: 3 de mayo de 2016.

Identificación de los vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad

Laura Isabel Rentería Arrieta • César Cantú Ayala

INTRODUCCIÓN

En el III Congreso Mundial de Parques Nacionales realizado en Bali, Indonesia en 1982, se propuso que las áreas naturales protegidas (ANP) cubrieran al menos 10% de cada bioma para el año 2000 (Miller 1984), objetivo basado en políticas para el porcentaje mínimo de la superficie comprometida con la conservación biológica. Este compromiso fue ratificado en el año 2005 (Dudley y Parish 2006), razón por la cual México ha decretado oficialmente a la fecha 177 ANP, que representan 13% (25 628 239 ha) de la superficie nacional (CONANP 2016).

Para el caso del estado de Durango, se han decretado oficialmente tres ANP de carácter federal,[1] dos reservas de la biosfera (RB) y un área de protección de recursos naturales (APRN): RB La Michilía, RB Mapimí y APRN Cuenca Alimentadora de Distrito Nacional 043 Estado de Nayarit; así como tres ANP de carácter estatal: los parques estatales El Tecuán y Cañón de Fernández y el APRN Quebrada de Santa Bárbara. La superficie total de las ANP utilizada en este trabajo es de 839 450 ha que representa 6.8% del territorio estatal protegido (figura 1). La diferencia entre la superficie decretada y la contenida en el Sistema de Información Geográfica (SIG) oficial de las ANP de Durango, es menos de 26 000 ha, por lo cual no se considera significativa dado que representa 0.21% de las 12 345 100 ha de la superficie estatal (cuadro 1).

En Durango existen diferentes niveles de representatividad de la biodiversidad en su actual red de ANP. Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar ese nivel de representatividad de las variables físicas y biológicas, tanto en las ANP como en los hexágonos prioritarios para la conservación (véase explicación de los hexágonos en el apartado Análisis de vacíos y omisiones de conservación).

1 En total son cuatro ANP federales para este estado; sin embargo, no existe suficiente información para una de estas, la Cuenca Alimentadora de Distrito Nacional de Riego 075 Río Fuerte, por lo que no se incluyó en este trabajo (véase mayor información en el capítulo Áreas naturales protegidas, en esta obra).

Cuadro 1. Áreas naturales protegidas

No.	ANP	Decreto (ha)	SIG (ha)	Diferencia Decreto-SIG (ha)
1	La Michilía	35 000	9 421	25 579
2	Cañón de Fernández	17 001	17 018	-17
3	Cuenca Alimentadora de Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit	*616 590	616 590	0
4	Mapimí	** 195 453	195 453	0
5	El Tecuán	894	902	-7
6	Quebrada de Santa Bárbara	65	66	1
	Total	**865 003**	**353 229**	**25 553**

* Sin datos. Superficie calculada por la CONANP 2010.

** Superficie de la parte correspondiente al estado de Durango.

Rentería-Arrieta, L. I. y C. Cantú-Ayala. 2016. Identificación de los vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 173-182.

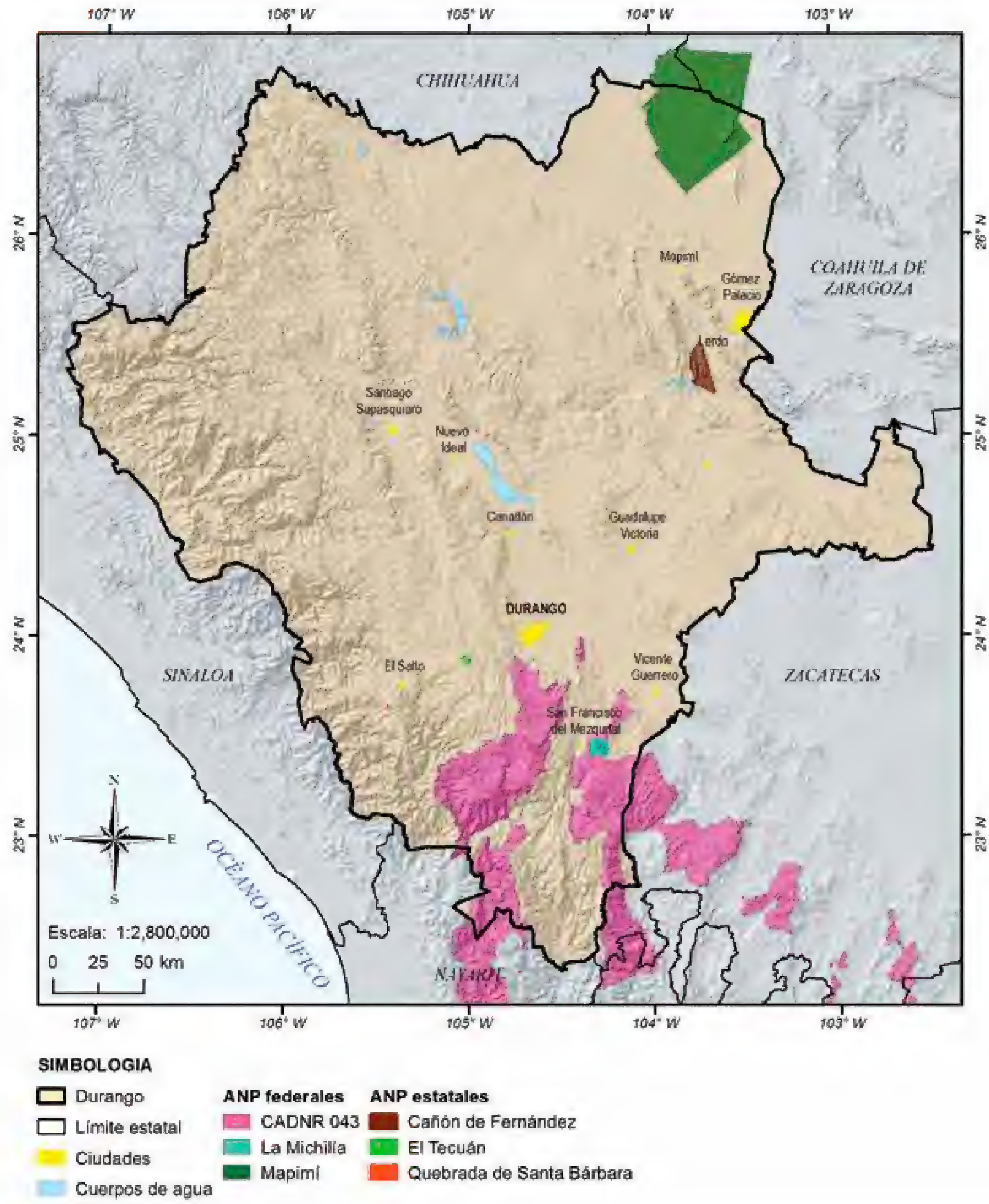


Figura 1. Áreas naturales protegidas.

Aunque en los últimos años se han realizado importantes esfuerzos de conservación en México y Durango a través del decreto de un significativo número de ANP, éstos resultan insuficientes ante el imponente reto de proteger su compleja biodiversidad, por lo que es fundamental priorizar la aplicación de los escasos recursos disponibles en los sitios más relevantes en lo que a diversidad biológica se refiere. Por lo anterior, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en colaboración con otras instituciones, conformaron un grupo de trabajo para elaborar el análisis de vacíos y omisiones de conservación, con la finalidad de identificar aquellos sitios más relevantes en cuanto a su diversidad biológica. Mediante este análisis, México también da cumplimiento a los acuerdos del Programa de Áreas Protegidas aprobado en la Séptima Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CONABIO *et al.* 2007) (véase en qué consiste este Convenio en el capítulo Áreas naturales protegidas, en esta obra).

ANÁLISIS DE VACÍOS Y OMISIONES DE CONSERVACIÓN

Con la metodología desarrollada por el programa de análisis de vacíos y omisiones de conservación (en inglés conocido como *Gap analysis*) de los EE.UU, que consiste en identificar los niveles de representatividad de la biodiversidad (especies, ecosistemas, ecorregiones, tipos de vegetación, etc.) en áreas destinadas a la conservación. Se consideró para los propósitos de este trabajo como vacíos de conservación, las variables analizadas (cuadro 2 y 3) que no estuvieran representadas en las ANP, y aquellas representadas por encima de 12% (superficie media nacional protegida en el año 2009) como variables protegidas (Cantú *et al.* 2003, Cantú 2007, Koleff *et al.* 2009, CONANP 2015). Sin embargo, se debe considerar que la meta de Aichi para el año 2020, es que se proteja al menos 17% de cada tipo de ecosistema para conservar su biodiversidad (CDB y PNUMA 2011), por lo que para Durango es necesario un gran esfuerzo de todas las organizaciones de gobierno y sociedad civil para alcanzar esa meta.

Cuadro 2. Proporción de las variables físicas y biológicas en el estado y su cobertura en las ANP

Variables	Categorías	Cantidad de categorías por variable	Cobertura por encima de la media nacional en ANP (12%)	Superficie estatal (ha)	Superficie estatal (%)
Elevación*	Intervalo	16	1	817 997	7.40
Clima	Subtipo	22	0	0	0.00
Cuencas hidrológicas	Número	19	2	393 960	3.60
Ecorregiones nivel IV	Número	8	1	1 135 181	10.30
Suelos	Subtipo	30	4	795 040	7.20
Uso del suelo y vegetación**	Tipo	38	2	208 341	2.20

* Los rangos de elevación para el estado van de los 137 a los 3278 msnm y se ordenaron a intervalos de 200 m cada uno.

**La cubierta digital de uso del suelo y vegetación serie III (INEGI 2005) presenta 41 categorías de uso del suelo y tipos de vegetación, 38 de los cuales son tipos de vegetación natural y el resto corresponde a usos antrópicos.

Cuadro 3. Proporción de las variables físicas y biológicas en las ANP y los hexágonos extremos

Variables	Categoría	Cantidad de categorías por ANP	Superficie de las categorías en ANP (ha)	Superficie estatal (%)	ANP + hexágonos alta y extremos	ANP + hexágonos alta extremos (ha)	Superficie estatal (%)
Elevación*	Intervalo	5	522 379	3	3	46 840	0.40
Clima	Subtipo	12	2 450 585	8	8	667 601	6.00
Cuencas hidrológicas	Número	11	5 468 965	9	9	1 088 868	9.90
Ecorregiones nivel IV	Número	3	3 326 073	2	2	2 716 077	24.60
Suelos	Subtipo	17	2 145 196	5	5	1 737 552	15.60
Uso del suelo y vegetación**	Tipo	19	1 330 685	7	7	1 259 357	13.10

* Los rangos de elevación para el estado van de los 137 a los 3 278 msnm y se ordenaron a intervalos de 200 m cada uno.
**La cubierta digital de uso del suelo y vegetación serie III (INEGI 2005) presenta 41 categorías de uso del suelo y tipos de vegetación, 38 de los cuales son tipos de vegetación natural y el resto corresponde a usos antrópicos.

En los años 2005 y 2006 se llevaron a cabo cinco talleres en la CONABIO con especialistas en biodiversidad, en los que se identificaron sitios prioritarios en unidades regulares de análisis (88 045 hexágonos de 256 km^2) para el país, clasificados según su importancia en sitios de extrema, alta y mediana prioridad (CONABIO *et al.* 2007). En la figura 2 se observa la distribución que presentan los sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad de Durango respecto a sus ANP.

Debido a la superficie que abarca el total de los hexágonos prioritarios y a la importancia de cada uno en la conservación de la biodiversidad, se consideraron sólo los hexágonos de alta y extrema importancia en los análisis, además de las siguientes variables: elevación, clima, cuencas hidrológicas, ecorregiones (nivel IV), tipo de suelo, vegetación y uso del suelo serie III (INEGI 2005). Esta información cartográfica digital fue obtenida de la CONABIO, CONANP, INE y SEMARNAT y de la SEMARNAT-Durango.

ANÁLISIS DE VARIABLES FÍSICAS Y BIOLÓGICAS

En el cuadro 2 se presentan las variables utilizadas en los análisis, indicando cuántas categorías se distribuyen en el estado, cuántas están protegidas por encima de la media nacional (12%), y a cuánto equivalen en extensión y porcentaje en relación con el total de la superficie de Durango (figura 3).

Asimismo, en el cuadro 3 se puede observar cuántas categorías de las variables analizadas son vacíos de conservación en las ANP, y la superficie y equivalencia porcentual que ocupan en el estado; de igual forma, se muestra la disminución que tendrían estos vacíos de conservación en número, extensión y porcentaje en el territorio estatal si se adicionara la superficie de los hexágonos de alta y extrema prioridad a la de las ANP (figura 4).

La suma del total de la superficie de los hexágonos prioritarios (2 952 521 ha) a la de las ANP (353 299 ha) representaría necesidades financieras, técnicas y logísticas muy altas. No obstante, si se considera sólo la superficie de los hexágonos con alta y extrema importancia (1 759 583 ha), se cubren desde uno a 12 intervalos, subtipos número y tipos de las variables analizadas, con lo que se estaría contribuyendo parcialmente a la protección de la biodiversidad.

ANÁLISIS DE VACÍOS Y OMISIONES DE CONSERVACIÓN EN LOS TIPOS DE VEGETACIÓN NATURAL

De acuerdo con la cubierta digital de uso del suelo y vegetación serie III (INEGI 2005), los 38 tipos de vegetación natural que se distribuyen en el estado abarcan una extensión de 9 629 553 ha, que representan 78% del territorio, siendo los bosques templados, pastizales y matorrales los que cuentan con mayor cobertura; sin embargo, estos son actualmente vacíos y omisiones de

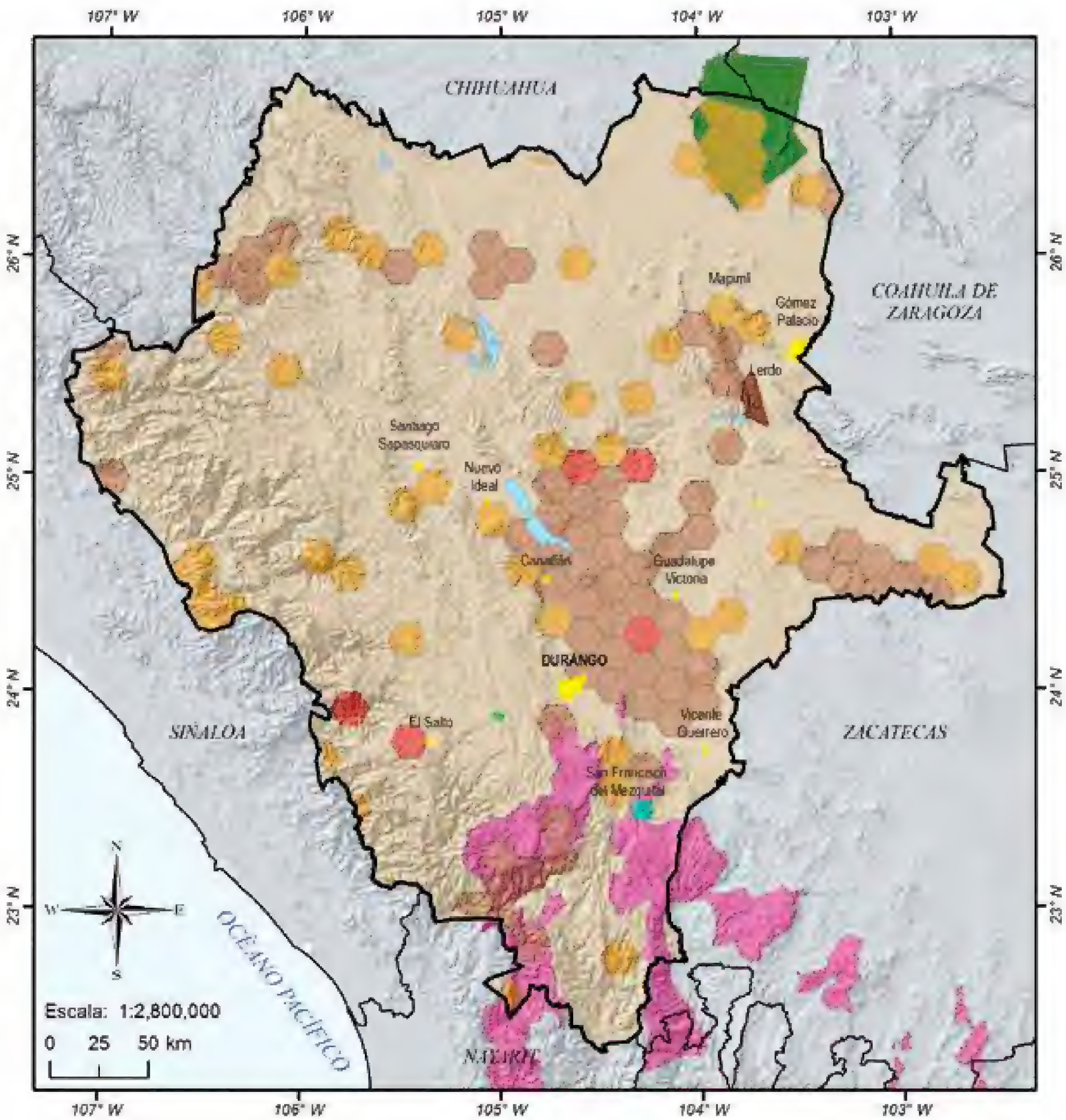


Figura 2. Hexágonos prioritarios y ANP.

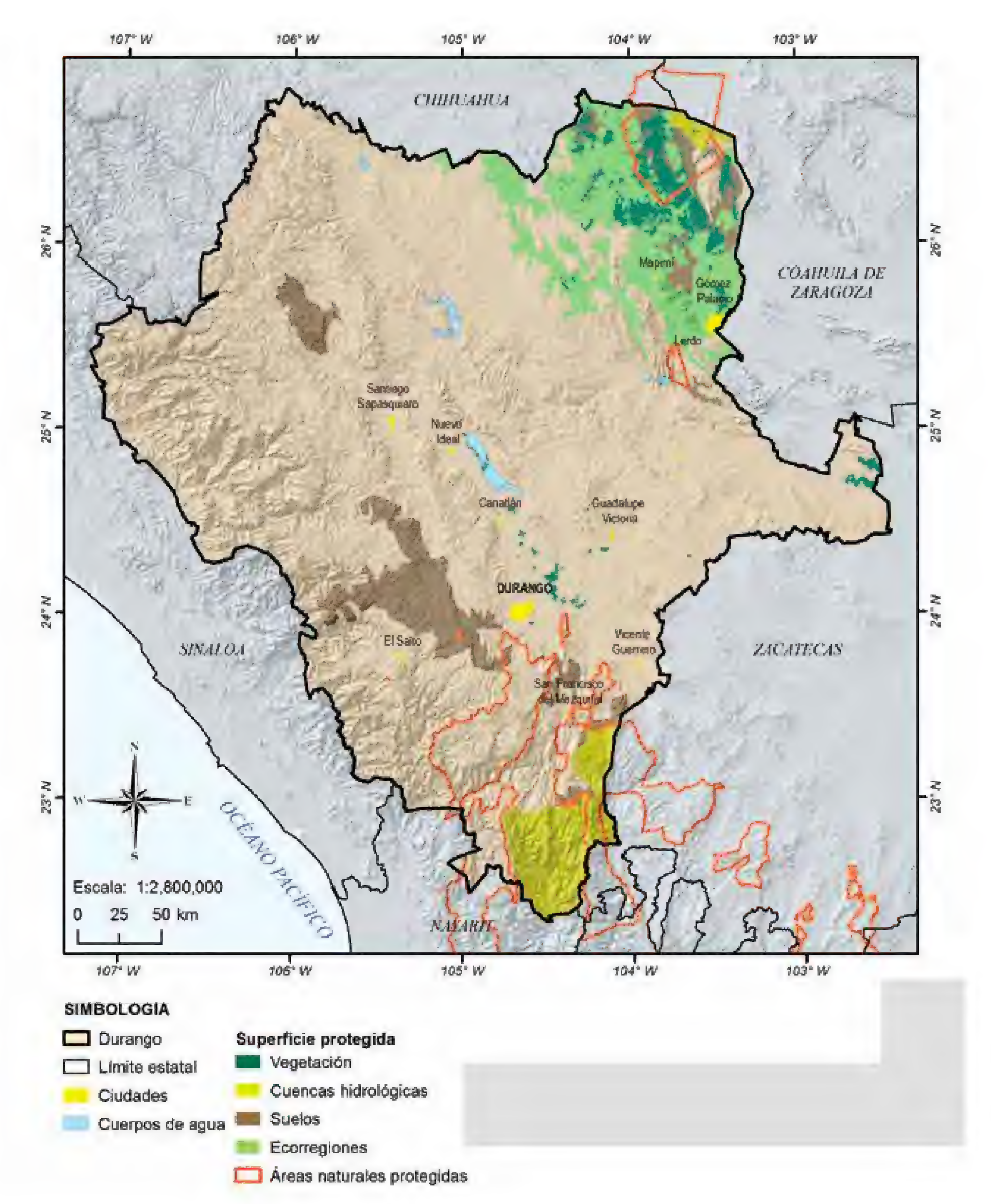


Figura 3. Superficie protegida en función de la cobertura de las actuales ANP y la media nacional protegida.

conservación; sólo el pastizal halófilo primario y la vegetación halófila primaria están protegidos por encima del 12% en la reserva de la biosfera Mapimí, que es la segunda ANP de mayor extensión territorial (figura 1).

La figura 5 muestra la relación de los tipos de vegetación natural según su nivel de protección en las ANP y su distribución altitudinal, donde destacan los 19 tipos de vegetación (columnas rojas) como vacíos de conservación, los cuales son principalmente propios de zonas áridas y semiáridas.

La CONABIO, en colaboración con otras instituciones (2007), evaluaron los pisos altitudinales definidos cada 200 m para determinar qué tan bien estaban representados los distintos ambientes del país dentro de las ANP. Señalaron que 19 pisos altitudinales tenían una cobertura de al menos 12% de su extensión bajo decreto de protección. Sin embargo, 10 pisos altitudinales entre intervalos de -49 a 0 m, 400 a 600 m y 1000 a 2600 m eran omisiones de conservación. Lo anterior indica la existencia de sesgos al proteger en mayor proporción las tierras altas (a más de 2 800 msnm) en comparación con el resto del país.

De acuerdo con el Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (Gobierno del Estado 2011), los criterios para generar el sistema estatal de áreas naturales protegidas fueron resguardar al menos una porción de todos los tipos de vegetación existentes, bajo las siguientes reglas:

a) 100% de los ecosistemas con superficie menor a 15 mil hectáreas
b) 10% de los ecosistemas con superficie entre 15 y 100 mil hectáreas
c) 5% de los tipos de vegetación con superficie mayor a 100 mil hectáreas
d) 100% de las áreas aledañas a ríos permanentes
e) Las áreas con una altitud mayor a 3 000 msnm
f) Las áreas con pendientes mayores a 100%

Dichos criterios no se cumplen en la actual red de ANP, ya que a pesar de que su número aumentó al doble en menos de 10 años, su ubicación y escasa superficie han sido determinantes para que la mitad de sus tipos de vegetación natural (19 de 38) continúen siendo vacíos de conservación. Lo anterior coincide con lo señalado por Rodrigues y colaboradores (2004), quienes aseveran que las estrategias mundiales empleadas para el crecimiento de áreas protegidas no han sido orientadas a maximizar la cobertura de la biodiversidad. De igual forma, Pressey y colaboradores (2003) señalan que el porcentaje a conservar de una región o país debe planearse con base en los requerimientos particulares de la biodiversidad (tipos de vegetación, especies, ecosistemas, etc.) que requieran protección, y no estar limitados por objetivos arbitrarios.

Actualmente se protege 2.9% de la superficie de Durango en ANP; de incluirse los hexágonos de alta y extrema prioridad cuya superficie es de 1759583 ha, que representan 14% del territorio, sumaría junto con las actuales ANP, un total de 2112812 ha, es decir, 17% del territorio del estado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Gracias a diversos estudios enfocados a determinar el nivel de cobertura que los sistemas de ANP confieren a los variados ecosistemas y grupos de especies de flora y fauna, se ha demostrado que las actuales redes de ANP son insuficientes para proteger la biodiversidad, ya que están sesgadas hacia ciertos tipos de ecosistema, frecuentemente hacia aquellos con menor valor económico, dejando a otros desprotegidos o subrepresentados (Cantú *et al.* 2001, Rodrigues *et al.* 2004).

Debido a que la cantidad de ANP en México está cambiando continuamente, es necesario que los análisis de vacíos y omisiones de conservación se realicen periódicamente para redefinir prioridades, en el caso de que estos cambios involucren de manera directa a este estado. Por otra parte, es importante resaltar que la identificación de sitios prioritarios correspondió a compromisos de escala nacional, las cuales difieren de las prioridades estatales, por lo que es necesario que en Durango se lleven a cabo estudios que contemplen aquellos tipos de vegetación con cobertura marginal, además de la distribución de las especies, sobre todo de las endémicas y con riesgo de extinción, para determinar las necesidades de protección.

Se debe revisar la actual capacidad de gestión de las autoridades de los tres órdenes de gobierno para el manejo de la red de ANP, analizando la infraestructura disponible, presupuesto y recursos humanos asignados a cada una, respecto a sus necesidades reales para lograr la conservación de su biodiversidad.

Los resultados obtenidos de estos análisis de vacíos y omisiones de conservación pueden culminar en la definición de una serie de estrategias que contribuyan a la conservación de una porción representativa y viable de la biodiversidad en el largo plazo, por lo que su adopción podría reflejarse en programas de conservación que involucren a todos los sectores que contribuyen con este fin.

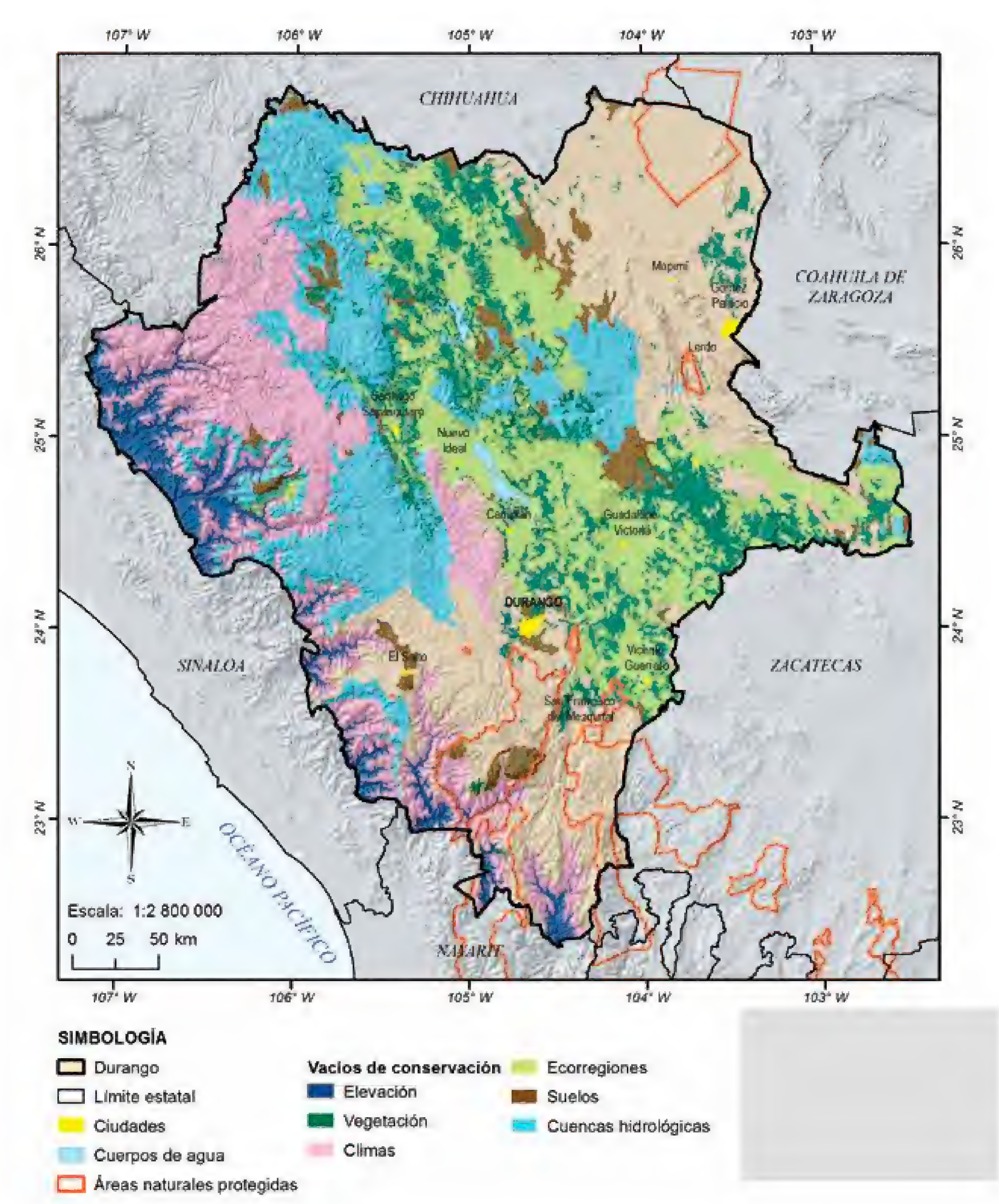


Figura 4. Superficie con vacíos de conservación en función de la cobertura de las actuales ANP, la media nacional protegida y los hexágonos de alta y extrema prioridad.

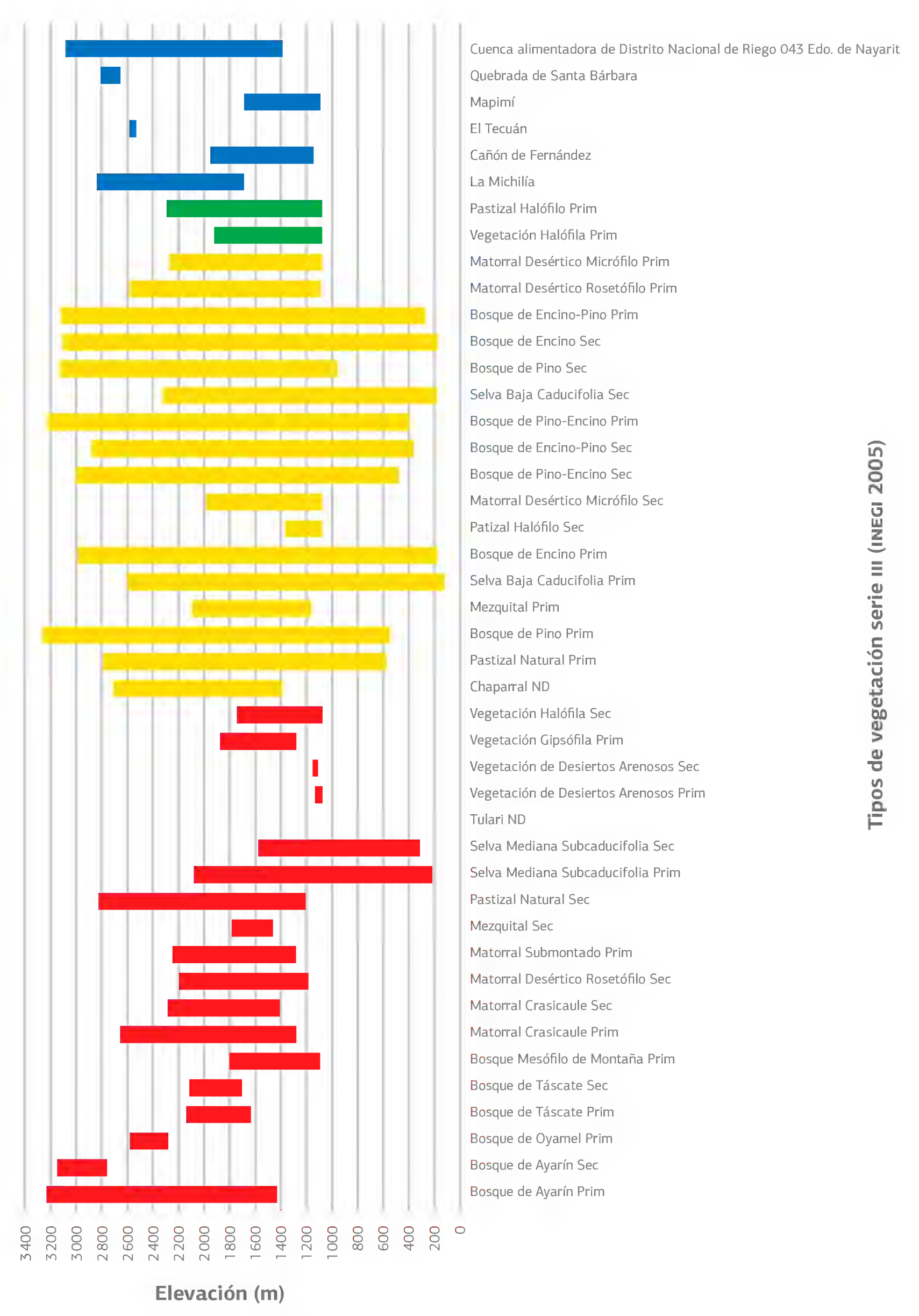


Figura 5. Relación de los rangos de elevación en que se distribuyen los tipos de vegetación natural serie III (INEGI 2005) y las ANP (color azul). El color rojo representa los tipos de vegetación que son vacíos de conservación; el amarillo son omisiones de conservación, y el verde, los tipos protegidos en las ANP.

REFERENCIAS

Cantú, C. 2007. *Conservación de la biodiversidad del estado de Coahuila mediante el establecimiento de corredores biológicos.* Gobierno del Estado de Coahuila/SEMARNAT/Subsecretaría de Recursos Naturales.

Cantú, C., J.M. Scott y R.G. Wright. 2001. The Gap analysis program on the assessment of nature reserves of Mexico. *Gap analysis Bulletin* 10.

Cantú, C., R.G. Wright, J.M. Scott y E. Strand. 2003. Conservation assessment of current and proposed nature reserves of Tamaulipas state, México. *Natural Areas Journal* 23:220-228.

CDB y PNUMA. Convenio sobre la Diversidad Biológica y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2011. Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi. En: <*https://www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/Aichi-Targets-ES.pdf*>, última consulta: 3 de octubre de 2014.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2010. SIG información cartográfica. En: <*http://www.conanp.gob.mx/sig/index.htm*>, última consulta: 21 de julio de 2010.

—. 2016. Áreas protegidas decretadas. En: <*http://www.conanp.gob. mx/que_hacemos/*>, última consulta: 14 de marzo de 2016.

CONABIO, CONANP, TNC, *et al.* . 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. CONABIO/CONANP/TNC/Pronatura/FCF/UANL, México.

Dudley, N. y J. Parish. 2006. Closing the Gap. *Creating ecologically representative protected area systems: A guide to conducting the Gap assessments of protected area systems for the convention on biological diversity.* Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canadá, Technical Series No. 24.

Gobierno del Estado. 2011. Programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango. Publicado el 21 de julio de 2011 en el Periódico Oficial del Estado. Texto vigente.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2005. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, serie III (continuo nacional), escala 1:250 000. Aguascalientes.

Koleff, P., M. Tambutti, I. J. March *et al.* 2009. Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México. En: *Capital Natural de México,* Vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio.* CONABIO. México, pp. 651-718.

Miller, R.K. 1984. The Bali action plan: a framework for the future of protected areas. En: *National parks, conservation and development: the role of protected areas in sustaining society.* J.A. McNeely y K. R. Miller (comps.). Smithsonian Institution Press. Washington D.C. pp. 756-764.

Pressey, R.L., R.M. Cowling y M. Rouget. 2003. Formulating conservation targets for biodiversity pattern and process in the Cape Floristic region, South Africa. *Biological Conservation* 112:99-127.

Rodrigues, A.S. L., H.R. Akákaya, S.J. Andelman *et al.* 2004. Global Gap analysis: priority regions for expanding the global protected-area network. *BioScience* 54:1092-1100.

Diversidad de ecosistemas

1 Ecosistemas y vegetación

2 Comunidades xerófilas, halófilas y gipsófilas de la región Árida y Semiárida

3 Pastizal y matorral de clima semiseco templado de la región de los Valles

4 Bosques templados y otras comunidades vegetales de la región de la Sierra

5 Bosques tropicales de la región de las Quebradas

6 Humedales: vegetación acuática y subacuática

7 Vegetación de cimas

Resumen ejecutivo

M. Socorro González Elizondo

El óptimo manejo de cualquier sistema depende en gran medida del grado de conocimiento que se tenga sobre él. El conocimiento de los ecosistemas y de la vegetación es básico para la elaboración de diagnósticos y de inventarios así como para la planeación del uso, manejo y conservación de los recursos. En esta sección se describen, en siete capítulos, los ecosistemas de Durango y los tipos de vegetación que los caracterizan.

LOS ECOSISTEMAS Y LA VEGETACIÓN

Un ecosistema incluye a los organismos vivos de un área dada, al ambiente físico donde éstos se desarrollan y a las interacciones entre ellos. La clasificación de los ecosistemas se aborda desde distintos criterios, uno de los cuales se basa en la vegetación que los caracteriza. La vegetación es el conjunto de especies de plantas de un lugar, y un tipo de vegetación es un conjunto de plantas que comparte características de composición, fisonomía y afinidades ecológicas a nivel regional.

La gran diversidad de ecosistemas de Durango se deriva de factores similares a los que hacen de México un país megadiverso: Durango está ubicado en la zona de transición entre la región tropical y la templada, tiene una compleja fisiografía con elevaciones que van desde los 130 a los 3340 msnm, una variada geología y una amplia diversidad de climas, desde cálidos a semifríos y desde secos a semihúmedos. Los ecosistemas y las comunidades vegetales del estado son representativos de buena parte del país. Casi todos los tipos de vegetación de México se encuentran en Durango: matorrales xerófilos, pastizales, bosques templados y bosques tropicales, además de vegetación acuática en toda la entidad.

Los ecosistemas naturales y la vegetación generan los bienes y los servicios ambientales de los que depende la calidad de vida de la sociedad. Representan un capital que hay que cuidar, manejar e incrementar para asegurar la provisión de esos bienes y servicios.

ECOSISTEMAS DE LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS

La región oriental del estado o región del Semidesierto, con climas secos y cálidos y elevaciones entre los 1050 y 2300 msnm, cubre casi 22% de la superficie del estado. Su vegetación son matorrales xerófilos y comunidades de sitios salinos o alcalinos (halófilas) o yesosos (gipsófilas). Esta vegetación es de gran valor por retener y enriquecer el suelo y por facilitar la infiltración del agua. Alberga gran diversidad de especies y de formas biológicas y muchos endemismos.

Estas comunidades están siendo afectadas por pastoreo no planificado, los cuales ocasionan la degradación de la vegetación y la compactación y erosión de los suelos. Es importante que se determine la capacidad de carga actual de los predios bajo aprovechamiento ganadero y que cada sitio sostenga únicamente la carga que permita la renovación de los recursos.

González-Elizondo, M.S. 2017. Resumen ejecutivo. Diversidad de ecosistemas. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 185-186.

PASTIZALES Y MATORRALES DE CLIMA SEMISECO TEMPLADO DE LA REGIÓN DE LOS VALLES

La región de los Valles es la franja intermedia entre la zona oriental del estado y la Sierra Madre Occidental, entre los 1 600 y 2 200 msnm. Su clima es semiseco templado y su vegetación son matorrales y algo de pastizales en el norte-centro del estado o mezclas entre ambos.

El clima, la topografía relativamente plana y la disponibilidad de agua de esta región, logran que sea una zona que concentre la mayor densidad de población del estado. Aunque muchas áreas están ahora ocupadas como tierra para cultivos, debido a la larga temporada seca, los rendimientos son bajos en la agricultura de temporal. La principal causa de deterioro de estos ecosistemas es el sobrepastoreo, que impacta gravemente a la vegetación, erosionando el suelo y dificultando la infiltración de agua a las corrientes subterráneas. Esto a su vez afecta económicamente tanto a los poseedores de la tierra como al resto de la sociedad. Resolver y prevenir esos problemas mediante la implementación de prácticas de manejo responsable acarrearía beneficios tanto al ecosistema como a las comunidades humanas que ahí habitan.

BOSQUES Y OTRAS COMUNIDADES DE CLIMA TEMPLADO Y SEMIFRÍO DE LA REGIÓN DE LA SIERRA

La Sierra Madre Occidental es el complejo montañoso más grande de México. Con elevaciones hasta de 3 340 msnm y climas templados y semifríos su vegetación es de bosques de pino y otras coníferas, bosques de encino y bosques mixtos de enorme importancia biológica y económica.

La región de la Sierra alberga una excepcional diversidad biológica así como a una importante reserva forestal y es la fuente de valiosos servicios ambientales para buena parte del norte-centro de México.

En algunas áreas de la sierra las prácticas de manejo son sustentables. En otras no, lo cual ocasiona acelerada fragmentación y aun deforestación. La topografía y los suelos someros de la sierra no favorecen las actividades agrícolas ni pecuarias. La ganadería extensiva causa enormes daños al bosque ya que compacta los suelos e interfiere con la regeneración natural. Su productividad no compensa el daño causado al ecosistema y menos aún los costos de su eventual restauración.

BOSQUES TROPICALES DE LA REGIÓN DE LAS QUEBRADAS

Las quebradas son profundos cañones de la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental, tienen climas cálidos o muy cálidos, subhúmedos o semisecos. Sus elevaciones fluctúan entre 130 y 2 150 msnm y su vegetación son bosques tropicales (selvas) bajas o medianas y matorrales subtropicales, con una rica diversidad biológica.

A excepción de las partes planas y con suelo más profundo, la región de las Quebradas no es apta para actividades ganaderas ni agrícolas. Por su fisiografía escarpada, su cubierta vegetal es vital para conservar el suelo, captar agua y mantener el equilibrio de los ecosistemas. La cobertura vegetal y el suelo protegido favorecen la infiltración del agua que alimenta los mantos freáticos, corrientes y depósitos, y permite su aprovechamiento para usos humanos.

VEGETACIÓN ACUÁTICA Y SUBACUÁTICA

Los humedales son zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres. Proveen importantes servicios en la recarga de acuíferos, la purificación de agua y el control de inundaciones, influyendo en el bienestar de todos los seres vivos. Su buen funcionamiento depende en gran medida de la vegetación acuática y subacuática, la cual favorece los procesos de captación, almacenamiento y calidad del agua, proporciona hábitat y alimento para la fauna y reduce la vulnerabilidad ante desastres naturales.

Con el fin de proteger en lo posible a los ecosistemas acuáticos y los servicios que de ellos se derivan, es muy importante evitar cambios de uso de suelo en humedales. En caso de que se lleven a cabo obras o actividades es fundamental cumplir a cabalidad las recomendaciones derivadas de los ordenamientos y de las manifestaciones de impacto ambiental, asegurando que se mantenga el libre flujo del agua mediante puentes y alcantarillas en número y dimensiones suficientes.

VEGETACIÓN DE CIMAS

Las partes altas de las montañas representan islas biogeográficas y son de las primeras zonas terrestres en donde pueden detectarse los efectos del cambio climático. Como el resto de las comunidades vegetales aquí descritas, su conservación y buen manejo es fundamental para mantener la calidad de vida de la población humana.

Ecosistemas y vegetación

M. Socorro González Elizondo • Martha González Elizondo

INTRODUCCIÓN

A pesar de los avances en el conocimiento de los ecosistemas y la vegetación de México, existen todavía grandes huecos en la comprensión de la biodiversidad en sus diferentes niveles (desde genes hasta ecosistemas). El problema se agudiza por la continua modificación a la que están expuestos los ecosistemas debido a cambios de uso del suelo, entrada de especies invasoras y efectos del cambio climático, entre otras causas. Durango no se queda al margen de esta problemática.

Conocer los ecosistemas y la vegetación de una región permite una mejor planificación para el aprovechamiento sustentable de los recursos, ya que el óptimo manejo de cualquier sistema depende en gran medida del grado de conocimiento que se tenga sobre él. Los ecosistemas pueden clasificarse mediante diversos criterios, siendo el principal el de tipos de vegetación (Neyra-González y Durand-Smith 1998).

Durango presenta una amplia diversidad de ecosistemas, resultado de una interacción de varios factores:

a) Convergencia de elementos de diferentes orígenes, tanto del norte (holárticos) como del sur (neotropicales) y presencia de endemismos (organismos de distribución restringida).
b) Relieve muy accidentado, con elevaciones que van de los 130 a los 3340 msnm; su fisiografía incluye partes de la Altiplanicie y de la Sierra Madre Occidental e incluso pequeñas áreas de la Costa Pacífica (parte más baja de Tamazula) y de la Sierra Madre Oriental (en Lerdo, Mapimí y Tlahualilo).
c) Gran diversidad de climas, incluyendo desde los más secos hasta semihúmedos, y desde cálidos a semifríos. La barrera de la Sierra Madre Occidental es la principal determinante de la distribución de los climas, al detener sobre la vertiente occidental buena parte de la humedad proveniente del Pacífico.
d) Diversidad de orígenes geológicos. La mayor parte del centro y el occidente del estado es de origen volcánico, principalmente riolitas y tobas (64%), parte de la zona oriental es roca sedimentaria de origen marino, en su mayoría caliza (16%), menos de 1% es metamórfico y 20% es suelo (INEGI 2003).
e) Una compleja historia de migración de biotas y de evolución local. La Sierra Madre Occidental es un corredor biológico y al mismo tiempo una barrera biogeográfica. El Desierto Chihuahuense, por su parte, también separa a las biotas de las sierras del norte de México.

Lo anterior refleja en una menor escala la misma situación que hace de México uno de los países con mayor diversidad biológica del mundo. En el cuadro 1 se presenta un resumen de los principales ecosistemas del estado con los tipos de vegetación y de clima que los caracterizan y las ecorregiones donde se ubican. La información se adapta de la obra *Vegetación y ecorregiones de Durango* (González-Elizondo *et al.* 2007a). Los principales ecosistemas son: a) comunidades de zonas áridas y semiáridas, b) pastizal y matorral de clima semiseco templado, c) bosques y otras comunidades de clima templado y semifrío, d) bosques y otras comunidades de clima cálido, e) otros (figuras 1-4). En los siguientes capítulos se comentan sus características, distribución, tipos de vegetación que los representan y estado de conservación.

A excepción del bosque tropical perennifolio o selva alta, casi todos los tipos de vegetación de México se encuentran en Durango: matorrales xerófilos y vegetación halófila en el semidesierto (zona árida al oriente del estado); pastizales en la zona de los Valles; bosques templados de pino y encino y bosque mesófilo en la Sierra Madre Occidental; bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios en la región de las Quebradas al occidente de la sierra, y vegetación acuática y subacuática dispersa en todas las ecorregiones (cuadro 1, figura 5; González-Elizondo *et al.* 2007a,b, 2012).

González-Elizondo, M.S. y M. González-Elizondo. 2017. Ecosistemas y vegetación. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 187-192.

Cuadro 1. Principales ecosistemas con los tipos de vegetación y de clima que los caracterizan y ecorregiones donde se ubican

Ecosistema	Tipos de vegetación	Climas	Ecorregión
Comunidades de zonas áridas y semiáridas	Matorral xerófilo	Secos y semisecos	A
	Vegetación halófila y gipsófila	Secos y semisecos	A, V
Pastizal y matorral de clima semiseco templado	Pastizal	Semisecos	V
	Pastizal halófilo	Semisecos	V
	Matorral de clima semiseco templado	Semisecos	V
Bosques y otras comunidades de clima templado y semifrío	Bosque bajo abierto	Templados y semisecos	So
	Chaparral	Templados y semisecos	S, So
	Bosque de coníferas	Templados	S
	Bosque de encino	Templados y semicálidos	S, Q
	Bosque mixto	Templados	S
	Bosque mesófilo de montaña	Templados y semicálidos	S
Bosques y otras comunidades de clima cálido	Bosque tropical subcaducifolio	Cálidos	Q
	Bosque tropical caducifolio	Cálidos y semisecos	Q
	Bosque espinoso	Cálidos	Q
	Matorral subtropical	Cálidos y semisecos	Q
	Bosques de encino de afinidad tropical	Cálidos y semisecos	Q
Otros	Claros y pastizal inducido	Templados, semicálidos y cálidos	S, Q
	Vegetación acuática y subacuática	Todos	Todas

A: región Árida y Semiárida; V: región de los Valles; S: región de la Sierra, subregión Sierra Madre Occidental; So: región de la Sierra, subregión Piedemonte y Sierras al Oriente; Q: región de las Quebradas.
Fuente: González-Elizondo *et al.* 2007a.

La clasificación de la vegetación se adapta del sistema de Rzedowski (1978), el cual combina criterios fisonómicos, florísticos y ecológicos. En el cuadro 2 se sintetiza la vegetación y uso del suelo en Durango, con los intervalos altitudinales donde se presentan y la superficie que ocupan.

CONCLUSIÓN

Los ecosistemas y las comunidades vegetales del estado son representativos de los de buena parte del país, situación derivada de la ubicación geográfica y la complejidad fisiográfica de la entidad. Su conocimiento constituye un marco de referencia y puede ser una herramienta de primera mano para la elaboración de diagnósticos, inventarios y descripción de comunidades, así como para la planeación del uso, manejo y conservación de los recursos.

La prevención de problemas y el manejo de los ecosistemas de acuerdo a principios de sustentabilidad es vital para que continúen generando los bienes y servicios ambientales de los que depende el bienestar de la sociedad.

Figura 1. Matorral xerófilo de zonas áridas. Mapimí.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 2. Pastizal de *Bouteloua gracilis*. La Zarca, Hidalgo.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 3. Bosques de clima templado. Arroyo Santa Bárbara, Durango.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 4. Bosques de clima cálido. Mezquital.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

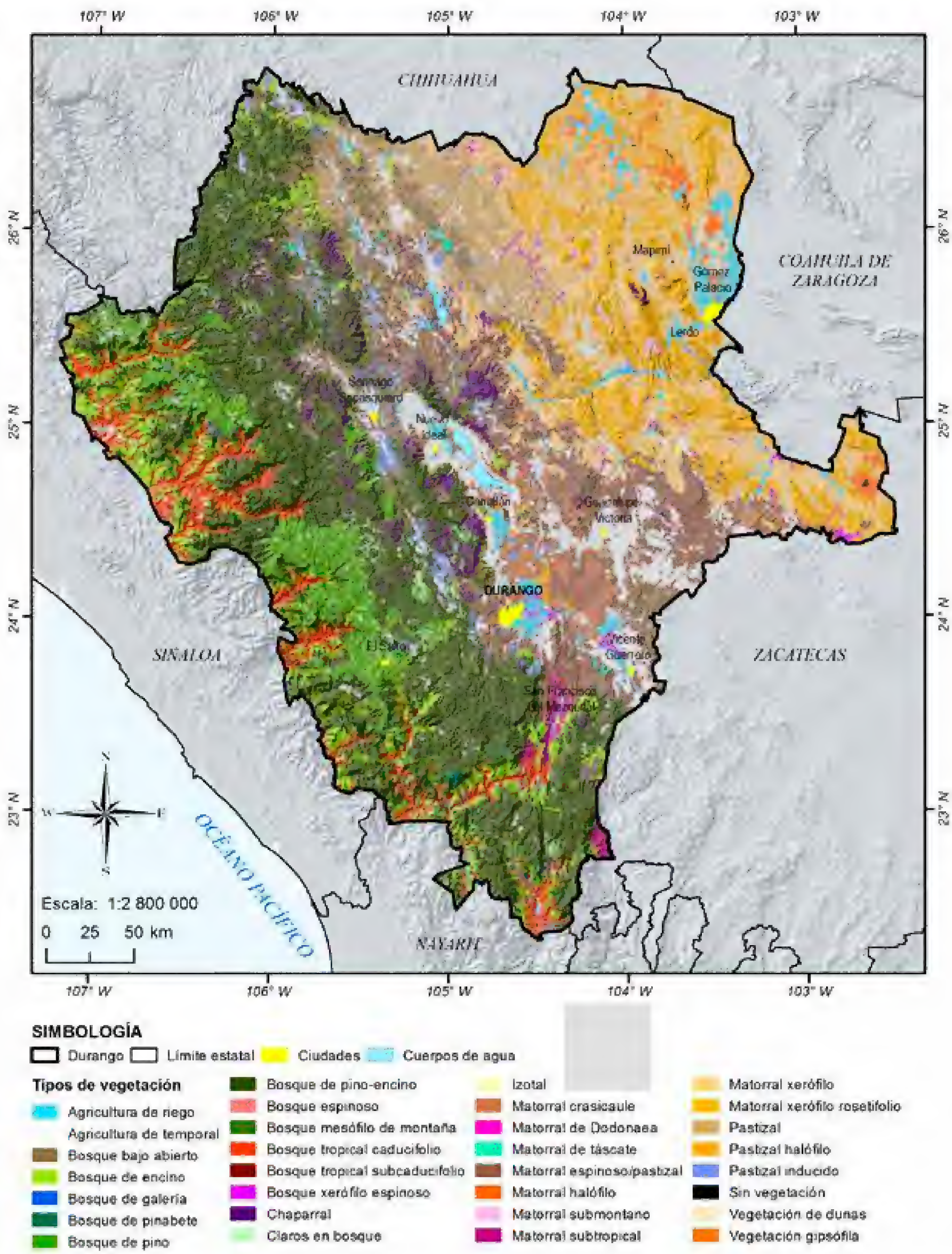


Figura 5. Vegetación y uso del suelo.

Cuadro 2. Vegetación y uso del suelo, intervalos altitudinales donde se presentan y superficie que ocupan

Vegetación y uso de suelo	Elevación mínima (msnm)	Elevación máxima (msnm)	Superficie (km²)	Superficie estatal (%)
Matorral xerófilo	1 050	2 300	23 912.51	19.37
Vegetación halófila y gipsófila	1 050	2 000	2 864.07	2.32
Pastizal	1 600	2 200	5 407.17	4.38
Matorral de clima semiseco templado	1 500	2 250	12 863.62	10.42
Chaparral [incluye chaparral secundario]	2 000	3 100	2 938.14	2.38
Bosque bajo abierto	1 900	2 800	6 962.65	5.64
Bosque de coníferas	2 400	3 310	6 135.53	4.97
Bosque de encino	900	2 900	7 468.80	6.05
Bosque mixto	600	3 200	32 381.27	26.23
Bosque mesófilo de montaña	1 160	2 500	24.69	0.02
Claros y pastizal inducido	400	3 100	3 419.60	2.77
Bosque tropical subcaducifolio	400	1 200	61.73	0.05
Bosque tropical caducifolio	190	2 150	4 975.09	4.03
Bosque espinoso	130	400	24.69	0.02
Matorral subtropical	1 200	2 000	530.84	0.43
Otros	130	3 340	753.05	0.61
Cuerpo de agua	130	2 700	271.59	0.22
Agricultura	130	3 000	11 555.04	9.36
Centros de población, infraestructura vial, etc.	130	3 100	888.85	0.72
Total			**123 451.29**	**100.00**

Fuente: adaptado de González-Elizondo *et al.* 2007a.

REFERENCIAS

González-Elizondo, M.S, M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007a. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés Editores/Instituto Politécnico Nacional (IPN). México.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo e I.L. López-Enríquez. 2007B. Vegetación y flora. En: *Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango.* M.A. Márquez Linares (coord.). Gobierno del Estado de Durango/SEMARNAT, pp.18-23.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, J.A. Tena-Flores *et al.* 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México. Una síntesis. *Acta Botanica Mexicana* 100:351-403.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2003. Conjunto de datos vectoriales, Geología escala 1:250 000.

Neyra-González, L. y L. Durand-Smith. 1998. Recursos naturales: biodiversidad. En: *La diversidad biológica de México, Estudio de País.* CONABIO, pp. 62-96.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México.* Editorial Limusa. México.

Comunidades xerófilas, halófilas y gipsófilas de la región Árida y Semiárida

Martha González Elizondo • Jorge Alberto Tena Flores • Irma Lorena López Enríquez

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de las zonas áridas y semiáridas del oriente de Durango (región del Semidesierto) están representados por matorrales xerófilos y por vegetación halófila y gipsófila. Se desarrollan entre los 1050 y 2300 msnm, en climas muy secos cálidos [BWh] y secos cálidos [BSh], con una pequeña parte al norte con clima semiseco templado [BS1k]. Cubren más de 2 677 658 ha (21.7% de la superficie del estado). Estas comunidades en su mayoría forman parte del Desierto Chihuahuense, aunque en el extremo noreste del estado (sierras de El Rosario, El Sarnoso y Tlahualilo) existen elementos de la Sierra Madre Oriental, como: *Gochnatia hypoleuca*, guajillo, huajillo (*Acacia berlandieri*) y la noa (*Agave gentryi*). Presentan el más alto porcentaje de endemismos a nivel de género en México (44%) (Rzedowski 1993) y varias especies endémicas para Durango se encuentran en esos tipos de vegetación.

Entre los productos que se explotan económicamente en los matorrales xerófilos están la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*), maguey (*Agave* spp.), sotol (*Dasilyrion* spp.) y orégano (*Lippia graveolens*), mientras que muchas otras plantas de la región se aprovechan a nivel local para autoconsumo. Los matorrales xerófilos son aprovechados también para ganadería extensiva. Herrera-Arrieta y Pámanes-García (2007) puntualizan la enorme importancia de evitar la sobrecarga de ganado con el fin de prevenir los daños en la vegetación y el suelo.

MATORRALES XERÓFILOS

Xerófilo (del griego *xeros*, seco, y *philos*, amigo) se refiere a organismos que pueden desarrollarse en ambientes secos. Son comunidades de arbustos que se desarrollan en sitios con escasa precipitación (media anual entre 150 y 400 mm) y temperaturas medias entre 18 y 23 °C, con variaciones muy extremas, tanto diurnas como durante el año, con época seca de siete a nueve meses.

Cubren en conjunto casi una quinta parte de la superficie del estado (figura 1). Otros matorrales que ocurren en la zona de los Valles, en clima semiseco templado (BS1k) y seco templado (BSk) presentan una estructura y composición diferentes (véase Pastizal y matorral de clima semiseco templado de la región de los Valles), en esta obra).

Los matorrales xerófilos de Durango se desarrollan principalmente sobre sedimentos continentales (como aluviones) y sobre sedimentos marinos (por lo general roca caliza). Rzedowski (1978) hace notar que este tipo de matorrales usualmente no se dan en suelos de drenaje deficiente ni en los muy salinos, alcalinos o yesosos, donde son sustituidos por la vegetación halófila o gipsófila.

La composición, estructura y formas dominantes de los matorrales xerófilos varían dependiendo de la topografía y la pedregosidad del suelo. Predominan arbustos de hoja chica y arbustos espinosos, así como las plantas de hojas en roseta (como magueyes, sotoles y soyates) (figuras 2 y 3). En partes bajas y planas, sobre depósitos aluviales, es común encontrar arbustos de hoja chica (el más típico es la gobernadora, *Larrea tridentata*), mientras que sobre laderas rocosas y suelos pedregosos destacan el matorral rosetófilo y el matorral espinoso.

Los géneros típicos de matorral xerófilo son *Larrea*, *Flourensia* y *Koeberlinia*. *Henricksonia* es un género endémico a una pequeña zona de matorral xerófilo en Durango y Coahuila. Entre las asociaciones más comunes están las de *Larrea* y/o *Flourensia* sobre depósitos aluviales; las de lechuguilla (*Agave lechuguilla*), guapilla (*Hechtia* spp.) y ocotillo (*Fouquieria splendens*) sobre lomeríos con suelo somero o con pedregosidad, donde la lechuguilla y el ocotillo llegan a ser dominantes.

González-Elizondo, M., J.A. Tena-Flores e I.L. López-Enríquez. 2017. Comunidades xerófilas, halófilas y gipsófilas de la región Árida y Semiárida. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 193-204.

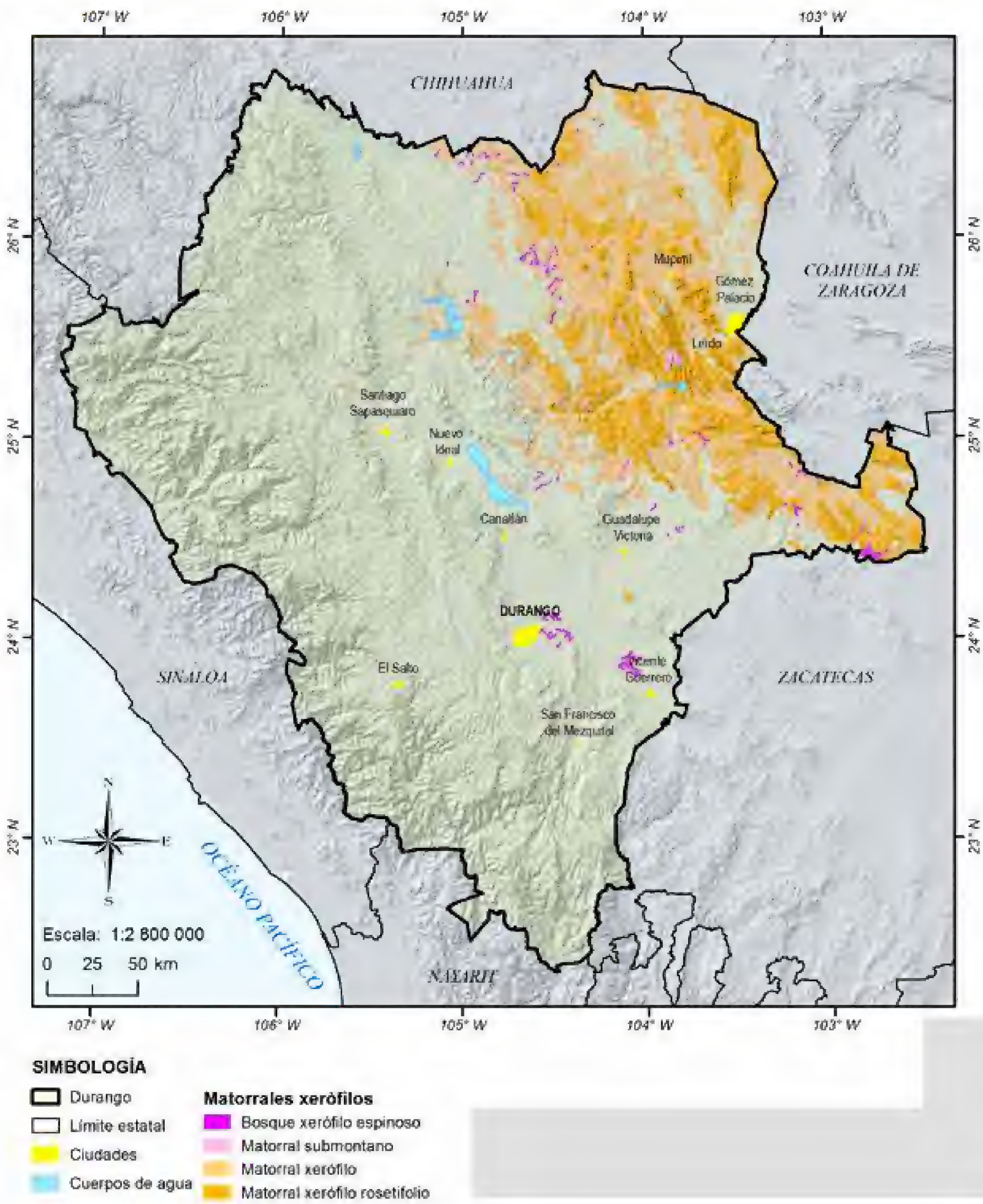


Figura 1. Distribución de matorrales xerófilos.

Figura 2. Matorral xerófilo de *Opuntia engelmannii, Hechtia mapimiana., Yucca rigida, Euphorbia antisyphilitica, Agave asperrima, Sidneya tenuifolia* y *Acacia neovernicosa.* Cañón Fernández.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 3. Matorral xerófilo de *Agave asperrima, Thelocactus bicolor, Fouquieria splendens, Yucca* spp. Sierra El Sarnoso.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Los llamados matorrales micrófilos o parvifolios (de hoja chica), rosetifolios (con hojas en roseta), espinosos (con espinas) y crasicaules (de tallos carnosos, engrosados) son variantes del matorral xerófilo y con frecuencia forman mosaicos complejos que reflejan la topografía y los suelos de un área. En el cuadro 1 se presentan las especies más comunes de arbustos de estos ecosistemas en la entidad.

Matorral parvifolio

Es el que cubre las mayores superficies. Puede estar formado por especies sin espinas (inermes), con espinas o mixtas, y con frecuencia hay también cactáceas, plantas con hojas en roseta o gramíneas. La especie más característica de estos matorrales es la gobernadora (*Larrea tridentata*), que a veces es monodominante o está asociada con hojasén (*Flourensia cernua*); ocotillo (*Fouquieria splendens*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*), largoncillo (*Acacia neovernicosa*), mezquite (*Prosopis laevigata* o *P. odorata*) o nopal (*Opuntia* spp.). Dependiendo de la topografía y la profundidad del suelo, cualquiera de esas especies se vuelve dominante (figura 4).

Matorral rosetifolio

Dominan las especies con hojas alargadas y puntiagudas, agrupadas en forma de roseta, con o sin tallo. Prefiere lomeríos y laderas de cerros con poco suelo y con afloramiento rocoso. Son comunes los matorrales de lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y/o guapilla (*Hechtia glomerata, Hechtia* sp.). Se acompañan de ocotillo (*Fouquieria splendens*), nopal (*Opuntia*), maguey cenizo (*Agave asperrima*), noa (*Agave victoriae-reginae*), candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*), palma (*Yucca rigida*), sotol (*Dasylirion*), gobernadora (*Larrea tridentata*), largoncillo (*Acacia neovernicosa*) y sangre de drago (*Jatropha dioica*), además de *Parthenium, Coldenia, Acacia* y gatuños (*Mimosa*) (figuras 5 y 6).

El maguey cenizo llega a ser dominante en algunas áreas del oriente del estado, en sitios planos u ondulados entre 1300 y 1500 m de elevación. Los elementos acompañantes son los mismos que en los matorrales de lechuguilla y guapilla, así como *Agave striata.* El sotol (*Dasylirion*) destaca en lomeríos con fuerte afloramiento de roca caliza, combinado con palma (*Yucca rigida*) y maguey (*Agave asperrima*).

Matorral crasicaule

Son comunidades arbustivas dominadas por cactáceas, plantas de tallos carnosos, gruesos. Se desarrollan de preferencia en laderas de lomeríos y cerros con fuerte afloramiento rocoso, entre 1100 y los 1600 msnm. Los matorrales de nopal (*Opuntia*) están compuestos por el nopalillo cegador (*O. rufida*) el cual se asocia principalmente con lechuguilla (*A. lechuguilla*), ocotillo (*F. splendens*) y diversas leguminosas. El nopal rastrero (*O. engelmannii*) es otro de los componentes notables de estos matorrales (figuras 7 y 8).

Matorral espinoso

Son comunidades dominadas por arbustos espinosos, en su mayoría leguminosas: huizaches (*Acacia constricta, A. neovernicosa, Acacia* spp.), mezquite (*Prosopis* sp.), gatuños (*Mimosa biuncifera, Mimosa* spp.), *Parkinsonia aculeata.* Estos arbustos pierden las hojas durante gran parte del año. Se desarrollan en áreas bajas o en laderas por encima del matorral parvifolio.

El matorral de mezquite (*Prosopis* sp.) se presenta en planicies aluviales, principalmente cerca de arroyos. Se acompaña por granjeno (*Celtis pallida*), junco (*Koeberlinia spinosa*), nopales (*Opuntia*), huizaches (*Acacia*), palmas (*Yucca*), *Berberis, Flourensia, Larrea* y otras (figura 9).

El matorral de largoncillo (*Acacia neovernicosa*) se asocia con *Larrea, Agave asperrima, Agave striata, Agave lechuguilla, Flourensia cernua, verbesina, Buddleja, Tiquilia canescens, Jatropha dioica* y escasos *Opuntia, Cylindropuntia, Euphorbia antisyphilitica, Yucca* sp. y *Yucca rigida* con navajita (*Bouteloua gracilis*), esta última con frecuencia sustituida por zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), un invasor proveniente de África que está ocupando amplias áreas del norte de México.

Otros matorrales xerófilos

En la franja de dunas o arenas móviles del extremo noreste de Durango destacan *Dalea scoparia, Ephedra* sp. y *Yucca elata.* Otras plantas de distribución más amplia que también se adaptan a las condiciones de dunas en sus áreas marginales son la gobernadora (*Larrea tridentata*), coyonoxtle (*Cylindropuntia kleiniae*), huizaches (*Acacia greggii, A. constricta*), mezquite (*Prosopis sp.*), sangre de drago (*Jatropha dioica*), *Lycium berlandieri, Nicolletia edwarsii, Tidestromia lanuginosa* y *Lantana achyranthifolia* (figura 10).

Muchos de los matorrales xerófilos de Durango parecen corresponder a la fase final o clímax de una sucesión, pero otros son resultado de perturbación en pastizales, principalmente a causa de sobrepastoreo, lo que propicia la invasión de arbustos.

Cuadro 1. Especies características de los matorrales xerófilos

Tipo	Nombre común	Nombre científico	Autores
Arbustos sin espinas	Jasmín, vara dulce, varaduz	*Aloysia gratissima*	(Gillies & Hook.) Tronc.
	Chaparro prieto	*Cordia parvifolia*	A. DC.
	Granjel, granjeno	*Celtis pallida*	Torr.
	Engordacabra	*Eysenhardtia schizocalyx*	Pennell
	Hojasén, hojasé	*Flourensia cernua*	DC.
	Tatalencho	*Gymnosperma glutinosum*	(Spreng.) Less.
	Gobernadora	*Larrea tridentata*	(Moc. & Sessé ex DC.) Coville
	Cenizo, príncipe del desierto	*Leucophyllum* spp.	
	Orégano	*Lippia graveolens*	Kunth in H.B.K. s.l.
	Guayule	*Parthenium argentatum*	A. Gray
	Mariola	*Parthenium incanum*	Kunth in H.B.K.
	Agrillo, agritos	*Rhus microphylla*	Engelm.
	Tatalencho	*Sidneya tenuifolia*	(A. Gray) E.E. Schill. & Panero
Arbustos con espinas	Huajillo, guajillo	*Acacia berlandieri*	Benth.
	Huizache	*Acacia constricta*	Benth.
	Huizachillo	*Acacia glandulifera*	S. Watson
	Uña de gato	*Acacia greggii*	A. Gray
	Largoncillo	*Acacia neovernicosa*	Isely
	-	*Condalia* spp.	
	Ocotillo	*Fouquieria splendens*	Engelm.
	Junco	*Koeberlinia spinosa*	Zucc.
	Garambullo	*Lycium* spp.	
	Gatuño	*Mimosa biuncifera*	Benth.
	Gatuño	*Mimosa emoryana*	Benth.
	Mezquite	*Prosopis laevigata*	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.
	Mezquite	*Prosopis odorata*	Torr. & Frém.
Crasicaules	Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	(Haw.) F.M. Knuth
	Cardenche	*Cylindropuntia kleiniae*	(DC.) F.M. Knuth
	Tasajillo	*Cylindropuntia leptocaulis*	(DC.) F.M. Knuth
	Nopal	*Opuntia engelmannii*	Salm-Dyck
	Duraznillo	*Opuntia leucotricha*	DC.
	Nopal coyotillo	*Opuntia macrocentra*	Engelm.
	Nopal rastrero	*Opuntia rastrera*	F.A.C. Weber
	Nopal cegador	*Opuntia rufida*	Engelm.
Rosetifolias	Maguey, maguey cenizo	*Agave asperrima*	Jacobi
	Lechuguilla	*Agave lechuguilla*	Torr.
	Guapilla	*Hechtia* spp.	
	Sotol	*Dasylirion* spp.	
	Soyate	*Nolina* spp.	
	Palma, palma china	*Yucca* spp.	
Otras	Candelilla	*Euphorbia antisyphilitica*	Zucc.
	Sangre de drago, sangregrado	*Jatropha dioica*	Cerv.

Fuente: González-Elizondo *et al.* 2007.

Figura 4. Matorral xerófilo de *Larrea tridentata* y *Fouquieria splendens*. Mapimí.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 5. Matorral xerófilo de *Agave lechugilla, Yucca rigida* y *Euphorbia antisyphilitica*. Cañón Fernández.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 6. Matorral xerófilo de *Dasylirion* sp., *Yucca rigida* y *Acacia berlandieri*. Ojuela, Mapimí.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 7. Matorral xerófilo de *Opuntia engelmannii*, Mapimí.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 8. Matorral xerófilo de *Opuntia rufida.* Mapimí.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 9. Matorral xerófilo de *Prosopis laevigata, Acacia schaffneri* y *Condalia* sp. San Fermín.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 10. Matorral de dunas. *Jatropha dioica, Ephedra* sp., *Dalea scoparia* y *Acacia* sp.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

IZOTAL

Son comunidades de plantas arborescentes del género *Yucca* (palma, palma china), con hojas agrupadas en roseta. Destacan los de *Yucca rigida* en Lerdo, Mapimí e Hidalgo, *Yucca carnerosana* en la parte alta de la sierra del Rosario y *Yucca filifera* en San Juan de Guadalupe (figura 11).

VEGETACIÓN HALÓFILA Y GIPSÓFILA

Son comunidades arbustivas y herbáceas cuya composición está determinada por las condiciones del suelo. Las halófilas (del griego *halos*, sal, y *philos*, amigo) se desarrollan en suelos con altas concentraciones de sales, mientras que las gipsófilas lo hacen en suelos yesosos (del griego *gýpsos*). Ocurren en climas muy secos (menos de 300 mm de lluvia al año), con temperaturas medias entre 20 y 23 °C y época seca de ocho a nueve meses. Cubren cerca de 2.3% de la superficie del estado, en partes bajas de cuencas cerradas, ya sea con alta alcalinidad o con alto nivel de sales solubles (figura 12). Algunas de las hierbas y arbustos tienen hojas por lo general algo carnosas y los zacates son rígidos y con hojas punzantes. En sitios perturbados es abundante la rodadora (*Salsola tragus*), un elemento procedente de Eurasia.

Matorral halófilo

Estos matorrales bajos se caracterizan por ser de *Atriplex canescens* (saladillo, chamizo) con *Suaeda nigrescens, S. suffrutescens* y otras especies, las cuales se presentan en el Bolsón de Mapimí (figura 13).

En las zonas más salobres las plantas están más espaciadas y a veces la comunidad está dominada por quelitillo (*Atriplex acanthocarpa*) y por *Allenrolfea occidentalis.* Con frecuencia, los matorrales presentan también gramíneas como el zacate sabaneta o toboso (*Hilaria mutica*) y el zacatón o zacate pajón (*Sporobolus airoides*). También son comunes las asociaciones con mezquite (*Prosopis* sp.).

El matorral de mezquite (*Prosopis* sp.) se localiza al noreste del estado. A veces los arbustos están muy es-

Figura 11. Izotal de *Yucca carnerosana*. Sierra del Rosario.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

paciados y el matorral pasa a ser un pastizal de *Hilaria mutica* o de *Sporobolus airoides*. Los elementos dominantes en estos matorrales pueden mezclarse en diferentes proporciones. Montaña y Breimer (1988) describen asociaciones de mezquite con *Atriplex canescens* y/o *Suaeda nigrescens* con estrato bajo de zacates (*Hilaria mutica*, excepcionalmente *Sporobolus airoides*) y *Atriplex acanthocarpa*.

Pastizal halófilo

Se presenta en el fondo de cuencas cerradas en las partes más secas, por lo general con suelos de textura arcillosa y drenaje deficiente, salinos, a veces también alcalinos, con frecuencia inundables.Se distribuye al noreste del estado, entre 1050 y 1700 m de altitud, ocupando una extensión relativamente pequeña. Las gramíneas en estas comunidades son con frecuencia rizomatosas, con tallos y hojas fibrosas y duras, por lo que son poco apetecidas por el ganado excepto cuando están muy tiernas. Es común el zacate sabaneta o toboso (figura 14), así como el zacatón (*Sporobolus airoides*). También hay *Distichlis spicata*, *Eragrostis obtusiflora*, *Buchloë dactyloides*, *Panicum obtusum* y algunas especies de *Bouteloua* y *Aristida*.

De manera espaciada se presentan a veces algunos arbustos bajos, principalmente mezquite (*Prosopis* sp.), *Atriplex canescens* y especies de *Koeberlinia*, *Acacia*, *Condalia* y *Opuntia*. Entre las herbáceas no gramíneas, las más comunes son las del género *Atriplex*.

Vegetación gipsófila

La vegetación gipsófila se restringe a suelos yesosos, los cuales ocurren solamente en zonas áridas y semiáridas. Las comunidades gipsófilas están formadas por herbáceas y arbustos achaparrados.

Para Durango no se registran comunidades gipsófilas estrictas, pero sí se conocen algunas especies gipsófilas como: *Fouquieria shrevei*, *Euphorbia astyla*, *Dicranocarpus parviflorus* y *Nerisyrenia linearifolia*.

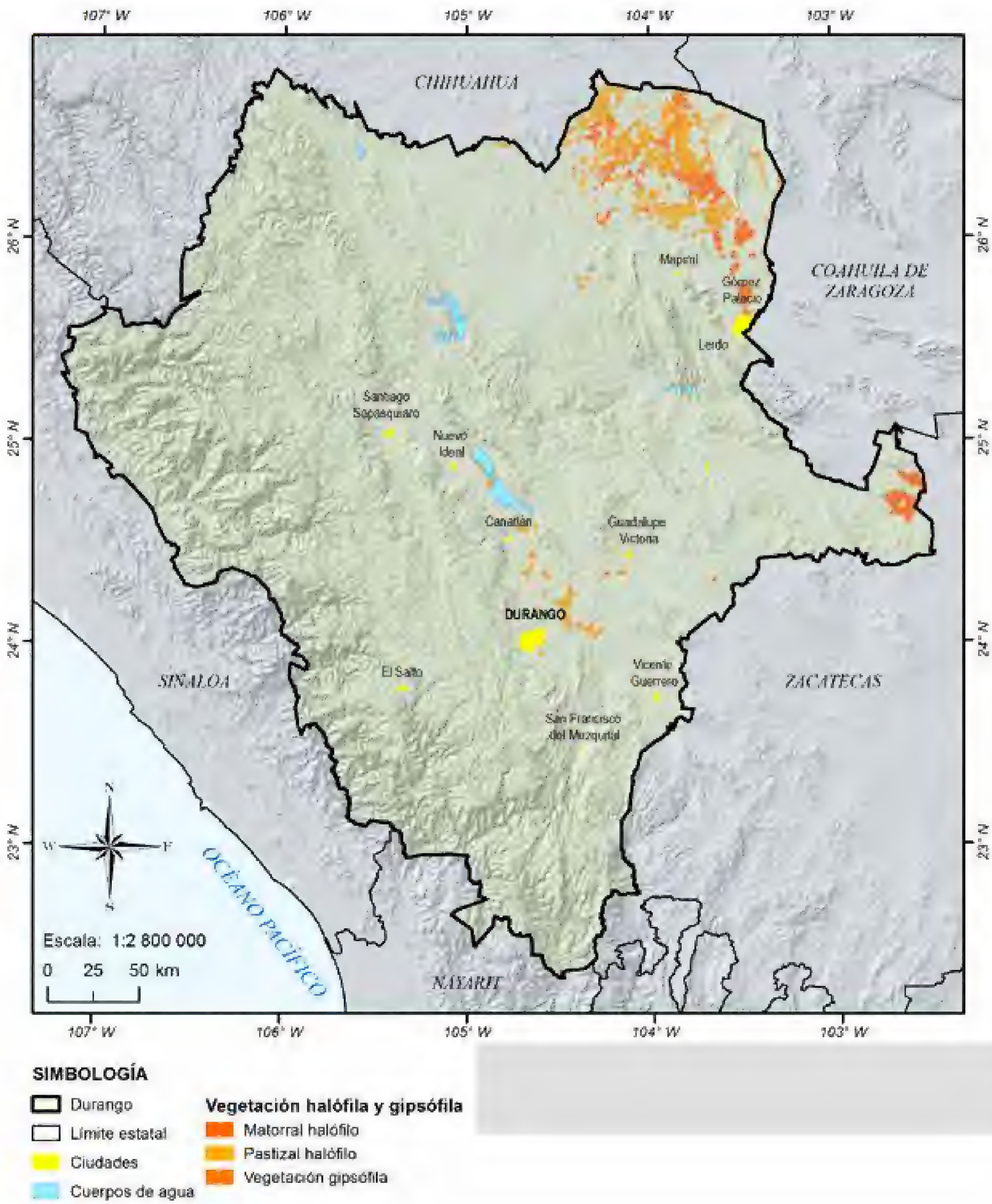


Figura 12. Distribución de la vegetación halófila y gipsófila.

Figura 13. Matorral halófilo de *Suaeda nigrescens*. Mapimí.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 14. Pastizal halófilo de zacate sabaneta o toboso (*Hilaria mutica*). Ceballos.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

La vegetación xerófila es de gran valor por retener y enriquecer el suelo y por albergar una gran diversidad de especies y de formas biológicas. Junto con las comunidades halófilas y gipsófilas alberga una alta cantidad de endemismos.

Es frecuente que el potencial ambiental y económico de las comunidades de zonas áridas y semiáridas sea subestimado debido a su aspecto abierto y bajo, y que su manejo se lleve a cabo sin seguir un ordenamiento territorial. Los impactos que causa el pastoreo no planificado son particularmente nocivos, al ir degradando a la vegetación y compactando y erosionando el suelo.

Es muy importante que se determine la capacidad de carga actual de los predios bajo aprovechamiento con ganadería y que cada sitio sostenga únicamente la carga que permita la renovación de los recursos. Particularmente, es urgente prevenir y controlar los daños causados por el ganado caprino, el cual interfiere fuertemente con la regeneración de las plantas, pero es también muy importante reducir la carga de pastoreo de cualquier tipo de ganado. Asimismo, es conveniente explorar otras alternativas de aprovechamiento de estos ecosistemas, que por su belleza escénica y por los valores culturales que albergan pudieran aprovecharse bajo esquemas de turismo alternativo.

REFERENCIAS

González-Elizondo, M.S, M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés Editores/IPN. México.

Herrera-Arrieta, Y. y D.S. Pámanes-García. 2007. La región de los pastizales, sustento para una ganadería sostenida. En: *Vegetación y ecorregiones de Durango.* M.S. González-Elizondo, M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares (eds.). Plaza y Valdés Editores/IPN. México, pp. 183-192.

Montaña, C. y R.F. Breimer. 1988. Major vegetation and environment units. En: *Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. I. Ambiente natural y humano.* C. Montaña (ed.). Publ. 23. Instituto de Ecología. México, pp. 99-114.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México.* Editorial Limusa. México.

—. 1993. Diversity and origins of the fanerogamic flora of Mexico. En: *Biological diversity of Mexico: origins and distribution.* T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Oxford University Press, Nueva York, pp. 139-144.

Pastizal y matorral de clima semiseco templado de la región de los Valles

M. Socorro González Elizondo • Jorge Alberto Tena Flores • Yolanda Herrera Arrieta • Flor Isela Retana Rentería

INTRODUCCIÓN

La región de los Valles es la zona de Durango intermedia entre la región Árida y Semiárida (Semidesierto) y la Sierra Madre Occidental. Atraviesa el estado desde los límites con Chihuahua (al sur de Parral) hasta Súchil (límite con Zacatecas). Comprende llanuras como la del valle del Guadiana, donde se ubica la capital del estado, así como mesas y pequeñas serranías. La región de los Valles se subdivide en dos porciones: a) la parte norte, cuya flora presenta mayor afinidad con los matorrales y pastizales de Chihuahua y del sur de los Estados Unidos, y b) la región de los Llanos al sureste del estado, con afinidades hacia el sur de la Altiplanicie.

Las elevaciones van desde los 1600 a los 2200 msnm. El substrato es principalmente de origen volcánico (a excepción de pequeños afloramientos de caliza en Nombre de Dios y Poanas) con las partes bajas cubiertas por depósitos aluviales, coluviales o residuales. El clima es semiseco templado (BS1k) y en menor proporción seco templado (BSk), con temperaturas medias entre 13 y 22 °C, precipitación anual de 350 a 500 mm y época seca de seis a nueve meses. Gracias a su buen clima, sus suelos profundos y fértiles y la disponibilidad de agua, la región de los Valles alberga varios distritos agrícolas y concentra a la mayor densidad de población del estado.

La vegetación predominante es de pastizales en el norte-centro del estado y de matorrales con cubierta herbácea densa hacia el centro y el sur. Ambos tipos de vegetación comparten muchos de sus elementos florísticos y en algunos sitios se mezclan formando comunidades mixtas o ecotonos, a los que es difícil clasificar como pastizal o como matorral. Los dominantes fisonómicos se presentan en el cuadro 1.

PASTIZAL

Cubre unas 540 000 ha (4.4% de la superficie) al norte-centro del estado, en zonas planas o de topografía ligeramente ondulada (figura 1). Anteriormente los pastizales presentaban una distribución más amplia y existen aún pequeños manchones al sureste de Durango.

Los pastizales son comunidades con estrato herbáceo denso en el que predominan las gramíneas (pastos o zacates). Su estructura es sencilla, con un estrato herbáceo y a veces con otro de plantas rastreras; las compuestas (plantas de la familia del girasol) son abundantes y pueden sobrepasar a las gramíneas en número de especies; otras plantas comunes son las ciperáceas, convolvuláceas, euforbiáceas, leguminosas y rubiáceas. A veces hay arbustos de talla muy baja como *Acaciella angustissima* var. *texensis* y *Calliandra eriophylla*, o subarbustos como la cola de zorra (*Brickellia spinulosa*). De haber árboles, están sólo a lo largo de corrientes de agua y los arbustos están muy espaciados (Rzedowski 1978). En pastizales en buena condición el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) y el banderilla (*B. curtipendula*) son abundantes (Herrera-Arrieta 2001) (véase figura 2).

Dado que los pastizales y algunos matorrales de clima semiseco templado requieren condiciones ambientales similares, es común encontrar elementos mezclados de ambas comunidades. La presencia de plantas leñosas en el pastizal puede deberse a lo siguiente: a) ser parte natural de la comunidad en las zonas de transición hacia el matorral o hacia bosque bajo abierto; b) ser parte natural de la comunidad en áreas que no representan ecotono; c) ser el resultado de disturbio, generalmente por sobrepastoreo, ya que éste favorece a las plantas no palatables (que no son gratas al paladar de los herbívoros) y los pastizales se van sustituyendo por matorrales. Gentry (1957) hizo notar que algunas asociaciones de pastizal con arbustos parecen ser comunidades de transición estables, por ejemplo la de *Larrea* y zacates, mientras que *Acacia-Mimosa* y otros arbustos espinosos parecen ser comunidades secundarias por sobrepastoreo (figuras 3-5).

González-Elizondo, M.S., J.A. Tena-Flores, Y. Herrera-Arrieta y F.I. Retana-Rentería. 2017. Pastizal y matorral de clima semiseco templado de la región de los Valles. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 205-216.

Cuadro 1. Especies características de pastizal y matorral xerófilo de clima semiseco templado

Tipo	Nombre común	Nombre científico	Autores
Arbustos y subarbustos sin espinas	-	*Acaciella angustissima* var. *texensis*	(Nutt. ex Torr. & A. Gray) L. Rico
	Jasmín, vara dulce, varaduz	*Aloysia gratissima*	(Gillies & Hook.) Tronc.
	Hierba del pasmo, hierba de San Nicolás	*Brickellia spinulosa*	(A. Gray) A. Gray
	Huizachillo	*Calliandra eriophylla*	Benth.
	Granjel, granjeno	*Celtis pallida*	Torr.
	Engordacabra	*Dalea bicolor*	Humb. & Bonpl. ex Willd.
	Palo blanco	*Forestiera* spp.	
	Cedro, táscate	*Juniperus coahuilensis*	(Martínez) Gaussen ex R.P. Adams
	Agrillo, agritos	*Rhus microphylla*	Engelm.
	-	*Rhus virens*	A. Gray
Arbustos con espinas	Huizache	*Acacia constricta*	Benth.
	Largoncillo	*Acacia neovernicosa*	Isely
	Huizache, huizache chino	*Acacia schaffneri*	(S. Watson) F.J. Herm.
	Gatuño	*Mimosa aculeaticarpa*	Ortega
	Gatuño	*Mimosa biuncifera*	Benth.
	Gatuño	*Mimosa dysocarpa*	Benth.
	Mezquite	*Prosopis laevigata*	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.
Crasicaules	Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	(Haw.) F.M. Knuth
	Duraznillo, nopal duraznillo	*Opuntia durangensis*	Britton & Rose
	Chaveño	*Opuntia hyptiacantha*	F.A.C. Weber
	Duraznillo, nopal duraznillo	*Opuntia leucotricha*	DC.
	Coyote (chaveño, cardón)	*Opuntia megacantha*	Salm-Dyck
	Tapón, tapón cuervero	*Opuntia phaeacantha*	Engelm.
	Cardón, nopal cardón	*Opuntia streptacantha*	Lem.
Gramíneas	Zacates tres barbas	*Aristida* spp.	
	-	*Botriochloa barbinodis*	(Lag.) Herter
	-	*Bouteloua chondrosioides*	(Kunth) Benth.
	Banderilla	*Bouteloua curtipendula*	(Michx.) Torr.
	Navajita	*Bouteloua gracilis*	(Kunth) Lag. ex Griffiths
	-	*Elionurus barbiculmis*	Hack.
	Pasto flechilla	*Heteropogon contortus*	(L.) P. Beauv.
	Zacate rosa (INVASOR)	*Melinis repens*	(Willd.) Zizka
	Zacate liendrilla	*Muhlenbergia rigida*	(Kunth) Trin.
Rosetifolias	Maguey, maguey cenizo	*Agave durangensis*	Gentry
	Maguey	*Agave flexispina*	Trel.
	Sotol	*Dasylirion durangense*	Trel.
	Palma	*Yucca decipiens* s.l.	Trel.
Otras	Sangre de drago	*Jatropha dioica*	Cerv.

Fuente: González-Elizondo *et al.* 2007.

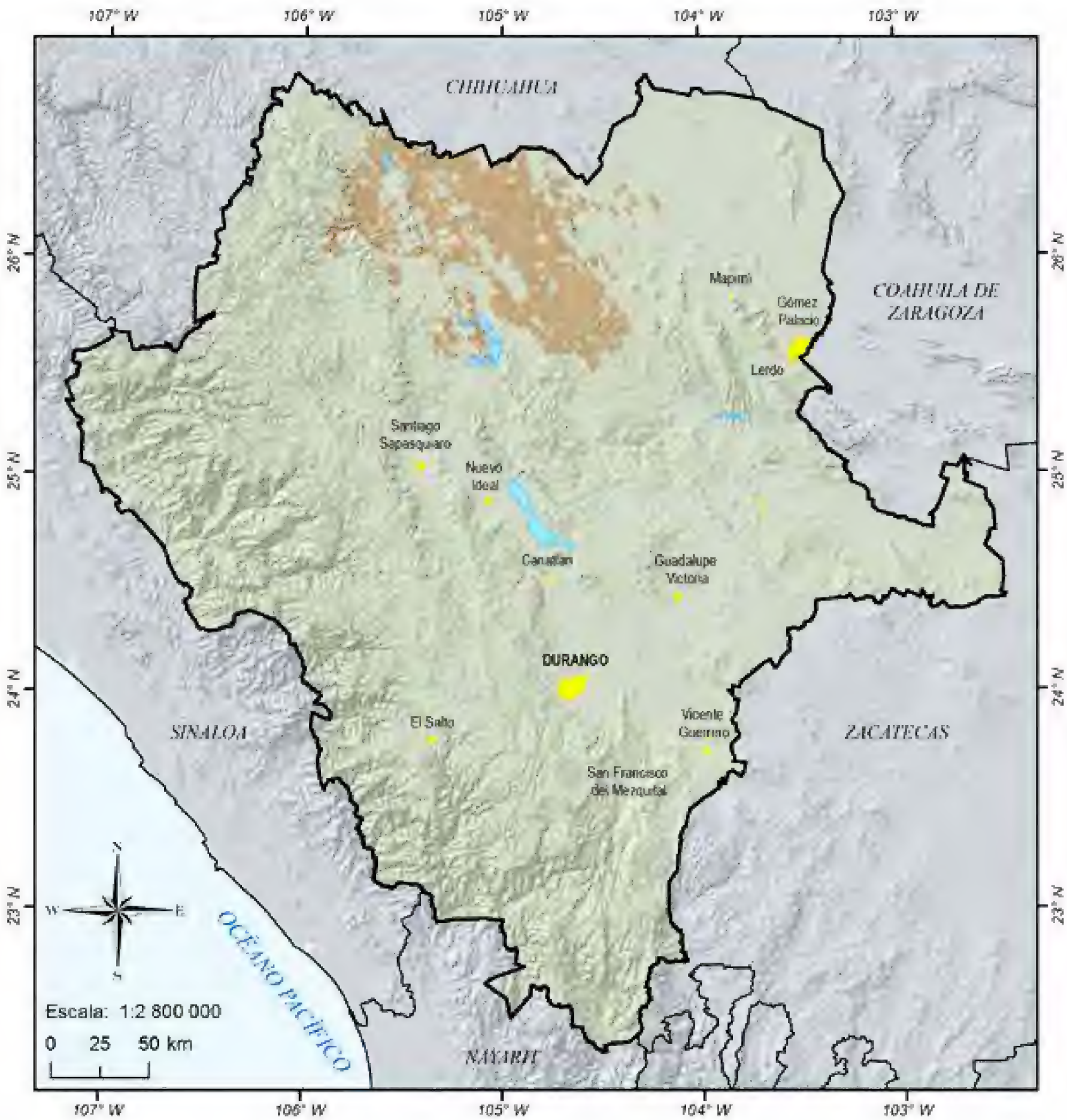


Figura 1. Distribución de los pastizales.

Figura 2. Pastizal de *Bouteloua gracilis*. La Zarca, Ocampo.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 3. Comunidad transicional: pastizal de *Bouteloua* y matorral de *Mimosa, Acacia, Opuntia* y *Tecoma*. Nombre de Dios.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 4. Comunidad secundaria, pastizal con *Opuntia durangensis* y *Acacia schaffneri*. Municipio de Durango.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 5. Efecto de manejo: abundancia de *Opuntia durangensis* y *Acacia schaffneri* en zona sobrepastoreada (izquierda y abajo). Municipio de Durango.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

A más de cuatro siglos de la introducción del ganado doméstico en Durango, persisten áreas con excelente potencial para la ganadería; sin embargo, en otras, el aprovechamiento ganadero no es sustentable (Herrera-Arrieta y Pámanes-García 2006, 2007).

Entre los arbustos puede haber huizaches (*Acacia*), gatuños (*Mimosa*), mezquites (*Prosopis*), soyates (*Nolina*), nopales (*Opuntia*), *Condalia*, *Forestiera*, palmas (*Yucca*) y sotol (*Dasylirion*). Hacia las estribaciones de la sierra el pastizal se mezcla con agritos (*Rhus virens*), cedros o táscates (*Juniperus*), e incluso con encinos y con pino piñonero.

La abundancia de táscate puede ser natural o resultado del sobrepastoreo (González-Elizondo *et al.* 2007). Las comunidades que antes eran pastizales y ahora se encuentran dominadas por arbustos se describen en el apartado de matorrales, mostrado más adelante en este capítulo.

Algunas asociaciones son las siguientes:

a) Pastizal de navajita (*Bouteloua gracilis*). Esta especie es abundante en pastizales en buena condición, donde también son comunes el zacate banderita (*B. curtipendula*) y otras boutelouas. Otros géneros de zacates son las tres barbas (*Aristida*), loberos (*Lycurus*), *Botriochloa*, *Setaria*, *Muhlenbergia* y *Trachypogon*, con *Aristida* incrementando abundancia donde hay más disturbio.
b) *Bouteloua-Heteropogon* en terrenos pedregosos, sobre todo en los terrenos basálticos de "La Breña".
c) *Bouteloua-Muhlenbergia* en sitios de mayor elevación y en los pastizales con encino-cedro; con frecuencia también con *Achnatherum eminens*. Esta combinación de *Bouteloua-Muhlenbergia-Achnatherum* es lo que la COTECOCA (1979) llamó pastizal amacollado abierto, de lomeríos y laderas.
d) En sitios más altos (por arriba de 2000 msnm) dominan zacates amacollados como *Muhlenbergia* (*M. rigida*, *M. pubescens*, *M. emersleyi* y otras), zacates colorados (*Elyonurus barbiculmis*, *Schizachyrium* spp., *Trachypogon secundus* y *Heteropogon contortus*), navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*) y tres barbas (*Aristida* spp.).

Los pastizales sobrepastoreados son invadidos por arbustos y por gramíneas de mala calidad forrajera como *Aristida*. En el centro-sur del estado los pastizales y matorrales están notoriamente invadidos por zacate rosa (*Melinis repens*), una agresiva gramínea procedente de África (figura 6).

Figura 6. Zacate rosa (*Melinis repens*), agresiva invasora procedente de África.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

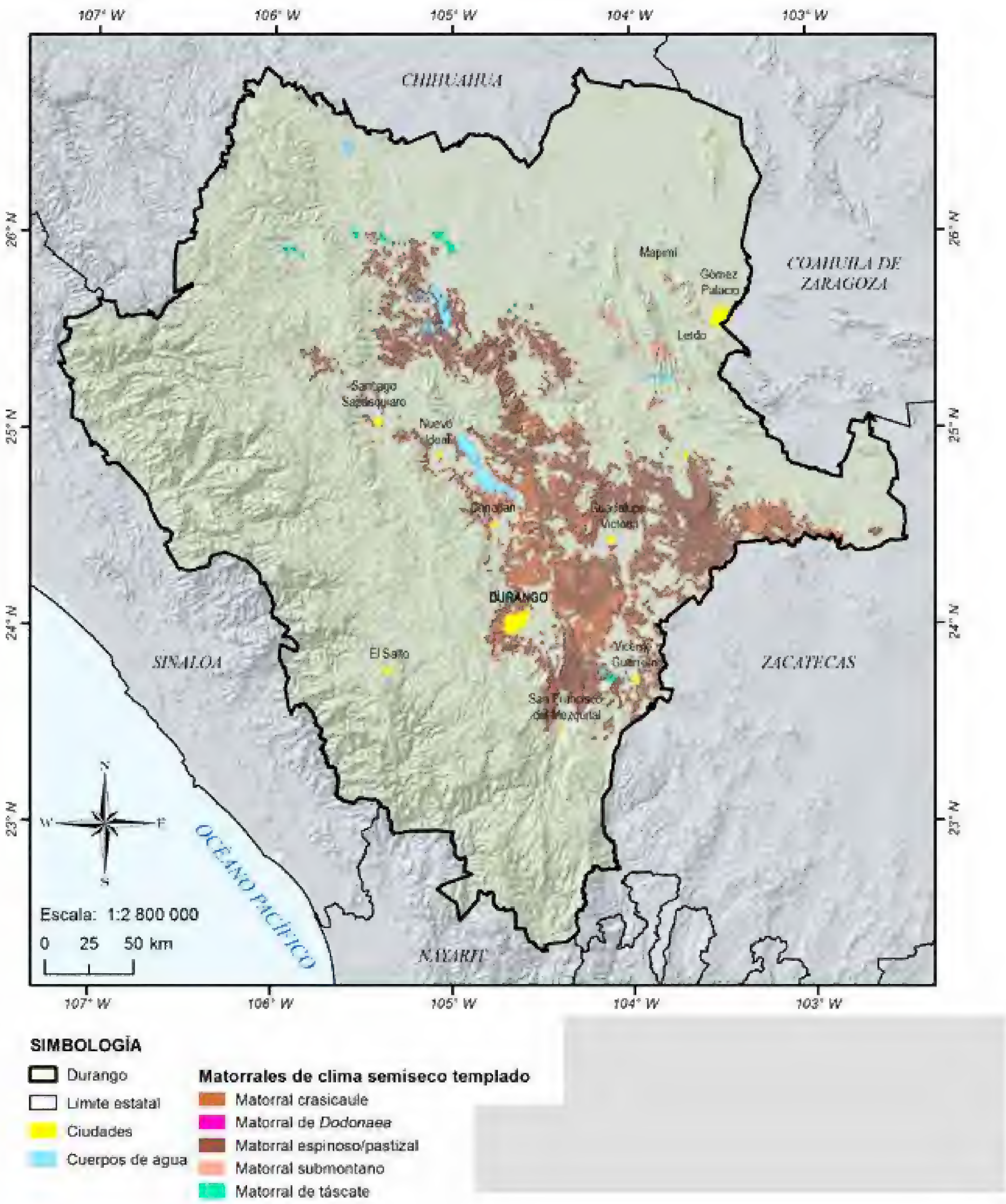


Figura 7. Distribución de los matorrales de clima semiseco templado.

Otros indicadores de perturbación son *Botriochloa barbinodis, Chloris virgata* y *Cenchrus ciliaris* (los dos últimos también invasores procedentes de África) (González-Elizondo *et al.* 2009). La abundancia de arbustivas como gatuños (*Mimosa biuncifera* o *M. dysocarpa*) o de herbáceas tóxicas para el ganado, como la alfombrilla (*Drymaria arenarioides*) y la hierba loca (*Astragalus mollissimus*), también indican disturbio.

MATORRAL

Cubre unas 1 286 362 ha (10.4% de la superficie del estado), en zonas planas, lomeríos y laderas entre los 1 500 y 2 200 msnm, principalmente sobre suelos de origen volcánico (figura 7). Los matorrales de clima semiseco templado difieren de los matorrales xerófilos de la zona Árida y Semiárida, tanto en su fisonomía y composición florística como en sus afinidades ecológicas. Esto se debe a que se desarrollan en zonas de clima seco o semiseco templado (k), a diferencia de los matorrales xerófilos de climas secos o semisecos cálidos (h), por lo que su flora presenta mayor afinidad con la de los pastizales y los bosques bajos abiertos. Los arbustos son más altos que en el matorral xerófilo y predominan las herbáceas perennes. Hay muchas gramíneas y compuestas, y no existe una línea divisoria clara entre los pastizales y los matorrales.

Los arbustos más comunes son el huizache chino (*Acacia schaffneri*) y el mezquite (*Prosopis laevigata*) (figura 8), así como los nopales duraznillos (*Opuntia durangensis* y *O. leucotricha*), el primero llega a medir más de 7 m de altura y el segundo es arbustivo más bajo (figuras 9 y 10). Las nopaleras son comunes sobre suelos someros en laderas de cerros y en el área de La Breña entre 1 900 y 2 300 m. La abundancia de nopal parece estar favorecida por factores edáficos, pero también por disturbio causado por pastoreo no controlado, como se muestra en la figura 5. En el centro y sur de Durango predomina *Opuntia durangensis*. Los nopales comparten con frecuencia la dominancia con *Acacia schaffneri*, dando lugar al pastizal con cactus-*Acacia* descrito por Gentry (1957). Los nopales dominan en áreas rocosas o en lomeríos de suelo somero mientras que *Acacia* crece en suelos aluviales en bajíos o en llanos. Hacia el centro-norte del estado, el huizache chino (*A. schaffneri*) llega a formar matorrales densos pero más al norte el huizache dominante es otra *Acacia*, el largoncillo (*A. constricta*).

El mezquite es dominante en suelos profundos sobre depósitos aluviales y coluviales. En sitios con mayor disponibilidad de humedad el huizache chino y el mezquite crecen como árboles y forman manchones de bosque xerófilo espinoso (figura 11).

Entre las herbáceas destacan *Borreria verticillata, Bouvardia ternifolia, Karinia mexicana, Sprekelia formosissima, Stevia ovata, S. serrata* y *Xanthocephalum benthamianum*, especies comunes en la Altiplanicie pero que están ausentes en la zona Árida y Semiárida. El matorral de clima semiseco templado forma una zona de transición (ecotono) entre los matorrales xerófilos y los pastizales por lo que los zacates dominantes son los mismos que en el pastizal (figuras 12 y 13).

En el sur de la región de los Valles, una agresiva especie leñosa, la jarilla (*Dodonaea viscosa*) está tomando la dominancia sobre los demás arbustos y afectando incluso la cubierta de pastizal. Con frecuencia se asocia con sotol (*Dasylirion durangense*). El sotol y la jarilla son favorecidos por incendios y desplazan a bosques de encino que han sido eliminados por fuego o por tala (figura 14). En los municipios de Durango, Poanas y El Mezquital hay comunidades donde *Dasylirion* es el dominante fisonómico, acompañado solamente por hierbas y zacates.

Otro tipo de matorrales de la región son los de táscate (*Juniperus*) y agrillo (*Rhus*), de hoja perennifolia (mantienen las hojas durante todo el año). En lomeríos pedregosos hay matorrales de *Juniperus coahuilensis*, que son comunidades primarias adaptadas a sitios con escasa humedad. En las partes bajas de la sierra hay otros matorrales de táscate que son de origen secundario, derivados de bosque de pino piñonero o de encino. Se ha observado repoblación por *J. deppeana* var. *zacatecensis* en áreas abiertas cercanas a bosque de encino y en sitios en donde el bosque de pino ha sido eliminado por fuego.

Figura 8. Matorral de *Acacia schaffneri, Prosopis laevigata* y *Opuntia.* Peñón Blanco.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 9. *Opuntia durangensis* y *Prosopis laevigata.* Durango.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 10. Matorral de *Opuntia leucotricha, Acacia* y *Prosopis* en la parte baja, bosque bajo abierto en la parte alta. Peñón Blanco.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 11. Bosque xerófilo espinoso de *Acacia schaffneri y Prosopis laevigata.*
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 12. Matorral de *Acacia schaffneri* con densa cubierta de gramíneas (abajo), bosque bajo abierto (arriba). Súchil.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 13. Matorral de *Acacia schaffneri* (abajo), *Opuntia durangensis* (parte media), bosque bajo abierto (arriba). Peñón Blanco.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 14. Matorral de jarilla (*Dodonaea viscosa*) y sotol (*Dasylirion durangense*). El Mezquital.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 15. Mosaico de cultivos en matorral de *Acacia schaffneri* y bosque bajo abierto de *Quercus*. Santiaguillo, Nuevo Ideal.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Debido a que la topografía donde se desarrollan los pastizales y los matorrales de clima semiseco templado es más adecuada para fines agrícolas que la de otros tipos de vegetación, muchas áreas que antes estaban cubiertas por esa vegetación están ahora ocupadas por cultivos. Sin embargo, por las características del clima (principalmente la distribución de la precipitación, con varios meses de sequía), los rendimientos son bajos en agricultura de temporal.

Los pastizales pueden ser aprovechados para la ganadería e incluso podrían verse favorecidos por un pastoreo moderado; sin embargo, actualmente el sobrepastoreo es la causa principal de deterioro de estos ecosistemas. Como ha sido puntualizado por Herrera-Arrieta y Pámanes-García (2007), el efecto de la sobrecarga animal, los periodos prolongados de sequía y la insuficiente infraestructura están ocasionando un grave deterioro de la cubierta vegetal, erosionando el suelo y dificultando la infiltración de agua a las corrientes subterráneas. Muchas plantas nativas forrajeras están siendo sustituidas por especies indeseables, como el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), el banderilla (*B. curtipendula*) y *Aristida*; por especies invasoras como el zacate rosa (*Melinis repens*) *Chloris virgata* y *Cenchrus ciliaris*; y/o especies tóxicas, como la alfombrilla (*Drymaria arenarioides*) y la hierba loca (*Astragalus mollissimus*), situación que se agrava por la abundancia de caprinos y equinos.

Entre los graves daños ambientales causados por el sobrepastoreo están la pérdida de suelo fértil, reducción en la infiltración de agua y magnificación de los efectos de las sequías, entre otros. Esto a su vez afecta económicamente a los poseedores de la tierra y al resto de la sociedad. Resolver esos problemas y prevenir que sigan ocurriendo, mediante la implementación de prácticas de manejo responsable, debería ocupar mayormente la atención de los productores y de las instancias gubernamentales.

REFERENCIAS

COTECOCA. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero. Varios autores. 1979. *Memoria. Coeficientes de agostadero para el estado de Durango.* COTECOCA/SARH, México.

Gentry, H.S. 1957. *Los pastizales de Durango.* Edic. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México.

González-Elizondo, M.S, M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés Editores/IPN. México.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, J.A. Tena-Flores *et al.* 2009. Durango: Detection of invasive alien plants (chapter 12). En: *Invasive plants on the move: montrolling them in North America.* Based on presentations at weeds accross borders 2006 Conference. T.R. Van Devender, F.J. Espinosa-García, B.L. Harper-Lore, y T. Hubbard (eds). Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, pp. 137-155.

Herrera-Arrieta, Y. 2001. *Las gramíneas de Durango.* IPN/CONABIO.

Herrera-Arrieta, Y. y D.S. Pámanes-García. 2006. *Guía de pastos para el ganadero del estado de Durango.* IPN-COCYTED/Fundación Produce.

—. 2007. La región de los pastizales, sustento para una ganadería sostenida. En: *Vegetación y ecorregiones de Durango.* M.S. González-Elizondo, M. González-Elizondo y M.A. Márquez Linares (ed.). Plaza y Valdés Editores/IPN. México, pp. 183-192.

Bosques templados y otras comunidades vegetales de la región de la Sierra

M. Socorro González Elizondo • Martha González Elizondo • Lizeth Ruacho González

INTRODUCCIÓN

La región de la Sierra incluye a la Sierra Madre Occidental (SMO) y a otras sierras de origen volcánico al oriente de ésta, como las de Promontorio y Gamón. La SMO presenta una fisiografía accidentada de mesetas y profundos cañones (quebradas) con elevaciones hasta de 3340 msnm; en algunos sitios alcanza los 200 km de anchura. La SMO incluye una excepcional diversidad biológica, alberga a la segunda reserva forestal del país y es la fuente de valiosos servicios ambientales para buena parte del norte-centro de México. La región de la cuenca alta del río Mezquital ha sido reconocida como megacentro de diversidad vegetal por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (González-Elizondo 1997). Su gran diversidad se aprecia en los tres géneros de árboles dominantes fisonómicamente: los pinos (*Pinus*), con 22 especies en la SMO en Durango (casi 20% del total mundial), encinos (*Quercus*) con 44 y madroños (*Arbutus*) con siete especies (todas las conocidas para México) (González-Elizondo *et al.* 2012a, 2013a).

Muchas plantas de la SMO han sido descritas en años recientes, entre ellas un género (González-Elizondo *et al.* 2002) y más de 25 especies, incluyendo árboles grandes y abundantes como *Arbutus bicolor* (González-Elizondo *et al.* 2012a); lo anterior sugiere que otros organismos desconocidos para la ciencia están todavía pendientes de encontrar. El descubrimiento reciente de la segunda población silvestre de pino azul (*Pinus maximartinezii*) por González- Elizondo *et al.* (2011) a casi cinco décadas de su descripción por Rzedowski (1964), es otro indicador de los grandes huecos en el conocimiento de la biodiversidad de la SMO.

Una regionalización de la Sierra Madre Occidental basada en criterios fisiográficos, climáticos y florísticos (González-Elizondo *et al.*, 2012b, 2013b) reconoce tres ecosistemas principales: zona templada fría (Madrense, con dos subregiones), zona semiárida templada (Madrense-xerófila) y zona cálida seca (Madrense-tropical) (cuadro 1). La región Tropical entra a la SMO a través de la zona de quebradas y su vegetación se discute en el siguiente capítulo. Adicionalmente, a nivel latitudinal se reconocen tres secciones de la SMO: norte, centro y sur. En Durango están representadas la centro y una parte de la región sur, divididas por la gran cañada del río Mezquital. Los tipos de vegetación se describen con base en González-Elizondo *et al.* (2007, 2012b), modificados a su vez de Rzedowski (1978). Las especies más características de la región de la Sierra se enlistan en los apéndices de la sección de Diversidad de especies.

REGIÓN MADRENSE

Comprende las partes altas de la Sierra Madre Occidental así como de sus ramales y sierras aisladas al oriente, con climas templados y semifríos. Se subdivide en la subregión Madrense propiamente dicha y en una franja entre ésta y la zona Tropical, denominada subregión Madrense-tropical.

Subregión Madrense

Sus climas son templado subhúmedo ($C(w_1)$) y semifrío subhúmedo (C(E)(w)) con pequeñas áreas de clima semifrío húmedo (C(E)(m)). Temperaturas medias entre 8 y 16 °C y precipitación anual entre 600 y 1400 mm. Su vegetación predominante son bosques de coníferas, bosques de pino-encino y bosques de encino.

Bosques de coníferas

Entre los 2400 y 3320 m de elevación, cubren unos 6135 km² (4.97% de la superficie de Durango) (figura 1). Las coníferas cambian las hojas de manera gradual, por lo que estos bosques permanecen verdes todo el año. Incluyen a los dominados por especies de pino, así como a los de pinabete (*Pseudotsuga, Abies* o *Picea*) y a los de cedros (*Cupressus* y *Juniperus*).

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y L. Ruacho-González. 2017. Bosques templados y otras comunidades vegetales de la región de la Sierra. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 217-232.

Cuadro 1. Regiones y tipos de vegetación de la Sierra Madre Occidental

Tipos de vegetación	Elevación (msnm)	Tipos de clima
Región Madrense		
Subregión Madrense	1 600-3 340	C(w_1), (C(E)(w), C(E)(m)
Bosque de coníferas	2 400-3 320	
Bosque de pino-encino	2 000-3 200	
Bosque de encino	2 000-2 900	
Chaparral	2 300-3 000	
Vegetación de claros en bosque	2 300-3 340	
Comunidades de cimas de montañas	3 200-3 340	
Subregión Madrense-tropical	1 000-2 400	C(w_2), (A)Cw
Bosque de coníferas	1 000-2 400	
Bosque de pino-encino	1 000 -2 400	
Bosque de encino	1 000-2 300	
Bosque mesófilo de montaña	1 160-2 350	
Región Madrense-xerófila	1 800-2 500	BS_1k, C(w^0)
Bosque bajo abierto	1 900-2 500	
Chaparral	1 900-2 500	
Matorral perennifolio	1 800-2 300	
Región Tropical	130- 2 150	A(w), (A)C(w), BS_1(h')

Fuente: González-Elizondo *et al.* 2012b.

a) Bosques de pino

Son los que ocupan mayor superficie y se adaptan a mayor amplitud de condiciones ecológicas, desde los 2 400 a los 3 320 m (figuras 2 y 3). Un elemento acompañante común en estos bosques es el táscate o cedro (*Juniperus deppeana*), así como la manzanita o pingüica (*Arctostaphylos pungens*). Entre las principales comunidades de bosque de pino están las siguientes:

- Pino albacarrote, balcarrote, pino amarillo (*Pinus cooperi*), se localiza sobre bajíos con suelo profundo y partes bajas de laderas y es endémico a la SMO.
- Pino prieto (*Pinus leiophylla*), también en bajíos y en laderas de escasa pendiente.
- Pino blanco (*Pinus arizonica*), forma amplias masas puras o se presenta asociado con *P. teocote, P. durangensis, P. engelmannii, Q. sideroxyla* y *Arbutus* spp.
- Ocote, pino prieto (*Pinus teocote*), sobre laderas pedregosas con suelo pobre.
- Pino real, pino real de seis hojas (*Pinus durangensis*), forma masas puras sobre laderas con escasa pendiente y clima relativamente húmedo al iniciarse el declive de la Sierra hacia el occidente.
- Bosques abiertos de pino real (*P. engelmannii*) o de pino chino (*P. chihuahuana*), este último sobre todo en laderas secas y rocosas, en los límites con bosques bajos abiertos en la vertiente oriental.

b) Bosques de pinabete

Destacan árboles de copa cónica de los géneros *Abies, Pseudotsuga* y *Picea*. Estas son coníferas con mayores requerimientos de humedad que los pinos. Pueden formar

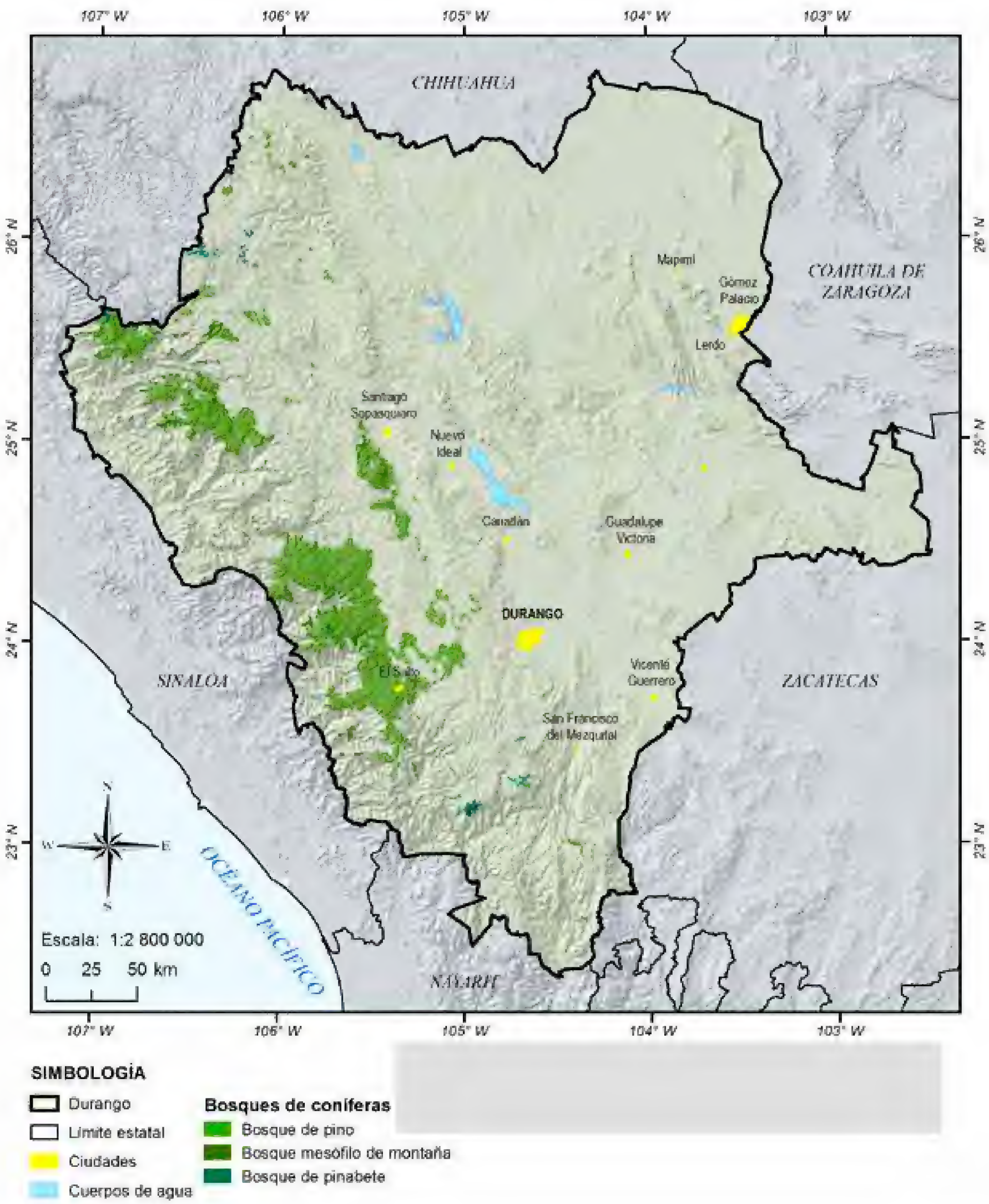


Figura 1. Distribución de bosques de coníferas.

masas puras o mezclarse con pinos y encinos. Se encuentran en manchones aislados, preferentemente en cañadas y en laderas con exposición al norte entre 2200 y 3320 m de elevación, con temperaturas relativamente bajas y en ambientes protegidos de los vientos secos y de la insolación (figura 4).

Hay cahuites o tejamaniles (*Abies durangensis*) y/o pinabetes o cahuites (*Pseudotsuga menziesii* y *Picea chihuahuana*). Usualmente se combinan con pino cahuite (*Pinus strobiformis*) y con *Pinus durangensis*, así como con encinos, madroños (*Arbutus bicolor, A. madrensis*), y otros árboles como *Alnus* y *Cornus*. En el estrato arbustivo hay madroño enano (*Arbutus occidentalis*), *Ceanothus, Ribes, Rubus* y *Vaccinium. Picea chihuahuana* es una conífera de distribución geográfica muy restringida, endémica a la Sierra Madre Occidental; se conocen alrededor de 25 poblaciones en cañadas húmedas en Chihuahua y Durango entre 2300 y 2850 m.

Bosques de pino-encino

Los bosques de pino-encino (*Pinus-Quercus*) se presentan en ambientes muy diversos y por lo tanto están representados por muy diversas asociaciones. La composición de árboles varía desde dos hasta nueve especies (Márquez-Linares y González-Elizondo 1998; Márquez-Linares *et al.* 1999). Se encuentran desde los 2000 a los 3200 m de elevación y cubren unos 32381 km^2 (26.23% de la superficie del estado, incluyendo a los de la subregión Madrense-tropical) (véase figura 5). Algunos ejemplos de este tipo de comunidades son los siguientes:

En climas semifríos sus componentes más comunes son *Pinus arizonica* (figura 6), *P. cooperi, P. durangensis, P. engelmannii, P. leiophylla, P. strobiformis* y/o *P. teocote* con *Quercus rugosa, Q. sideroxyla* y/o *Q. crassifolia*. Como elementos acompañantes están los cedros (*Juniperus deppeana*) y los madroños (*Arbutus arizonica, A. bicolor, A. madrensis* y *A. tessellata*). En condiciones de mayor humedad ambiental se presentan ailes o alisos (*Alnus jorullensis* y *A. acuminata*), capulín (*Prunus serotina*), alamillo (*Populus tremuloides*) y cahuites (*Pseudotsuga* y *Abies*).

En alrededores de bajíos y partes bajas de laderas son comunes *Pinus cooperi* y/o *Pinus leiophylla* y/o *Q. sideroxyla* con *J. deppeana*.

En sitios con suelo somero y fuerte afloramiento rocoso, intemperizado (llamados localmente "calichales", aunque su pH es ácido), son comunes las asociaciones de pino triste (*Pinus lumholtzii*) con cucharillo o encino roble (frecuentemente *Quercus radiata*, a veces *Q. urbanii* y/o *Q. rugosa*) o con *Q. jonesii*. Entre los elementos arbustivos destacan la manzanita (*A. pungens*), el cedro chino (*Juniperus durangensis*) y el madroñito (*Comarostaphylis polifolia*).

Bosques de encino

Se caracterizan por la dominancia de encinos (*Quercus*) y son sumamente variables dependiendo del tipo de clima en que se desarrollan (figura 7). Crecen entre los 2100 y los 2900 m y cubren 7468 km2 (6.05% de la superficie, incluyendo a los de la subregión Madrense-tropical), de preferencia sobre suelo profundo en bajíos, cañadas y laderas con escasa pendiente. Predominan el palo blanco (*Quercus sideroxyla*), el encino blanco (*Quercus laeta*), y el palo colorado (*Quercus durifolia*), este último en la vertiente oriental de la sierra, en áreas con suelo profundo.

Chaparral

Son matorrales usualmente muy densos de arbustos de hoja dura, como la manzanita o pingüica (*Arctostaphylos pungens*) y el charrasquillo (*Quercus depressipes*), con *Garrya wrightii* y otros arbustos que resisten vientos desecantes e incendios de baja intensidad. Los chaparrales pueden ser primarios o secundarios. Los primarios ocurren sobre afloramientos rocosos intemperizados o en laderas y collados con alta insolación. Los chaparrales secundarios se desarrollan en sitios donde el bosque ha sido eliminado o reducido, siendo con frecuencia favorecidos por fuego o por desmontes.

Vegetación de claros en bosque

En valles intermontanos con suelo de drenaje deficiente se presentan claros en el bosque, debido a que la alta humedad edáfica impide el desarrollo de árboles. Estos claros, en medio de bosques de pino o de pino-encino, están cubiertos por comunidades de herbáceas. En sitios que se encharcan durante varios meses del año se desarrolla vegetación de ciénega, donde son comunes especies de *Carex, Cyperus, Eleocharis, Eryngium, Equisetum, Juncus, Luzula, Agrostis, Mimulus* e *Hydrocotyle*, incluyendo endémicas de la SMO.

Comunidades de cimas de montañas

En la SMO no existen comunidades de vegetación alpina; sin embargo, en las cimas de los picos más altos (cerro Gordo, Barajas, Huehuento y otros), entre los 3200 y 3340 m de elevación ocurren comunidades herbáceas bajas (plantas enanas de *Sedum, Draba, Senecio, Poa,*

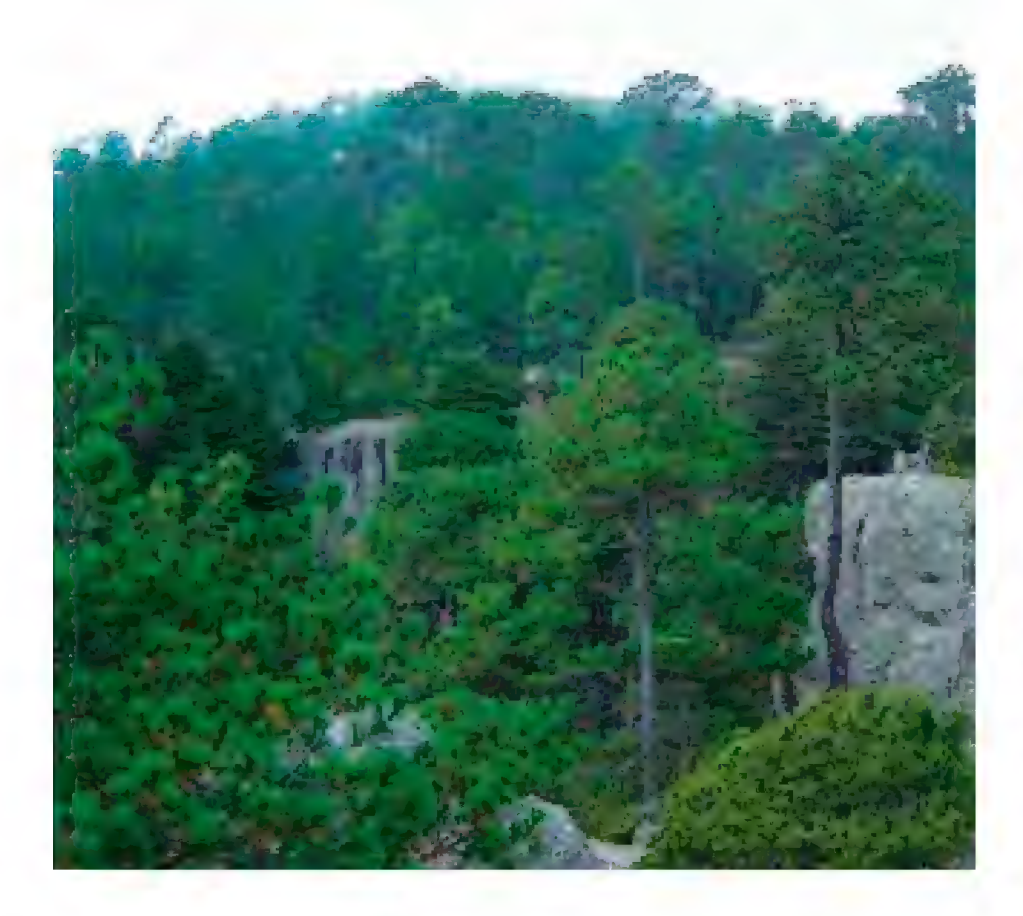


Figura 2. Bosque de albacarrote (*Pinus cooperi*) con cedro (*Cupressus lusitanica*) en cañada. Puentecillas.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 3. Bosque de pino real de seis hojas (*Pinus durangensis*) con cahuite o tejamanil (*Abies durangensis*) y aile (*Alnus*). Topia.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

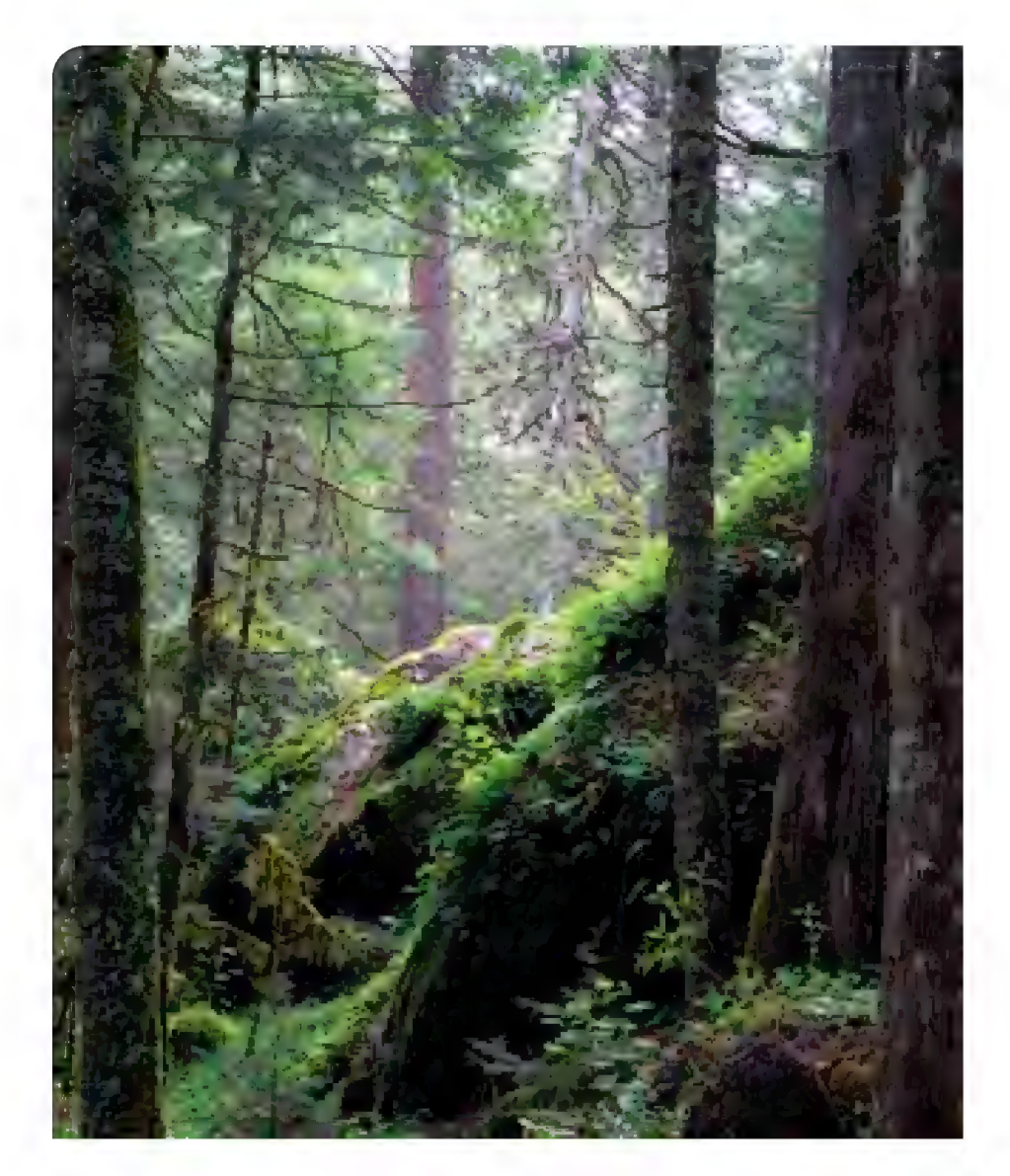


Figura 4. Bosque de pinabete (*Picea chihuahuana*), cedro (*Cupressus lusitanica*), cahuite o pinabete (*Pseudotsuga menziesii*) y pino cahuite (*Pinus strobiformis*). Santa Bárbara.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

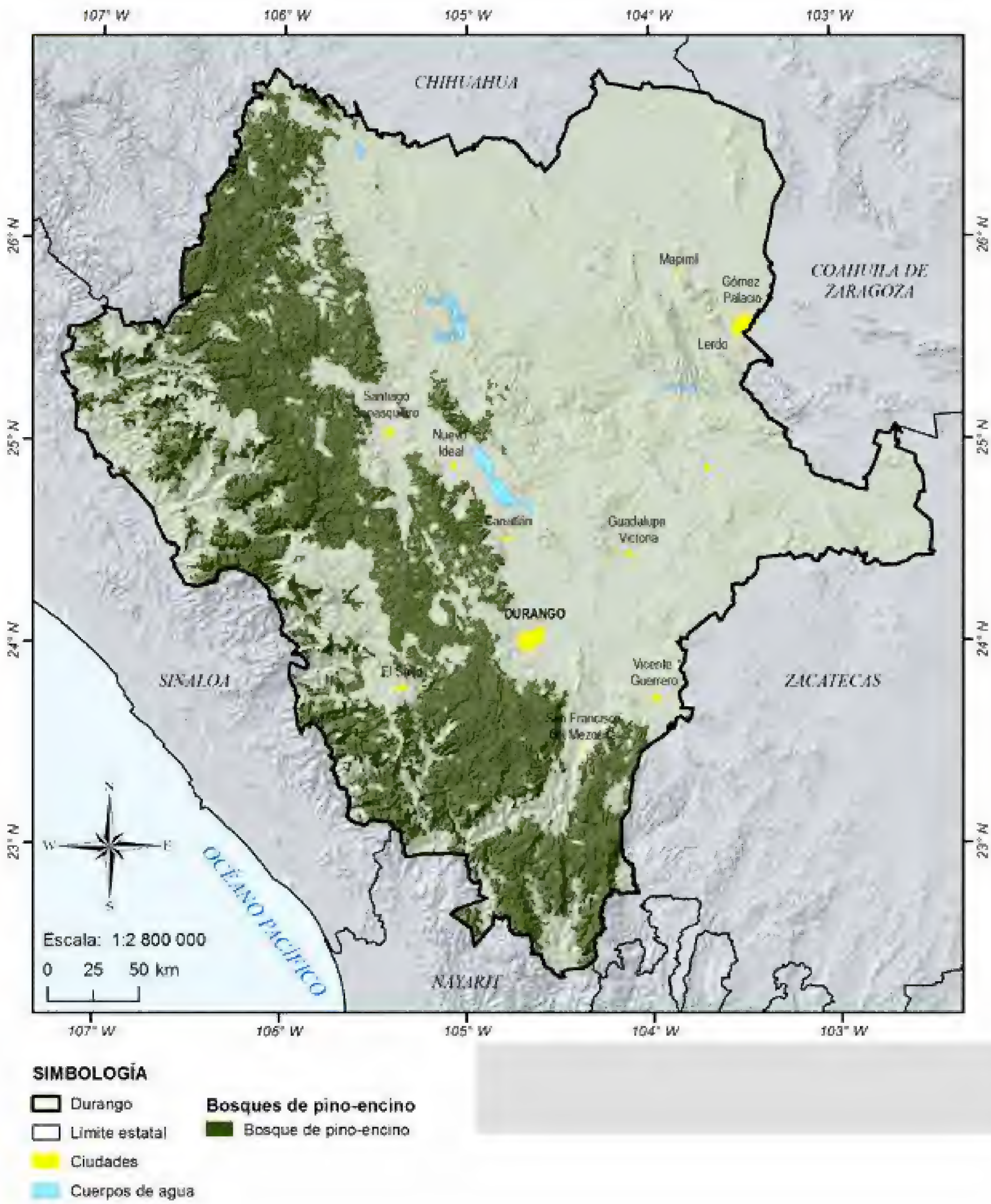


Figura 5. Distribución de bosques de pino-encino.

Bouteloua, Muhlenbergia) con líquenes y musgos, características de vegetación subalpina (González-Elizondo *et al.* 2007; Ruacho-González *et al.* 2013). Un arbusto postrado (*Juniperus blancoi* var. *huehuentensis*) es endémico de este tipo de comunidades de la SMO. Protegidas entre los arbustos hay herbáceas como *Heuchera, Primula* y *Saxifraga*. Algunos árboles de pino llegan a alcanzar la parte alta, pero en general estas cimas carecen de árboles debido al efecto de los vientos desecantes (figura 8).

Tanto los claros de bosque como los encontrados en las cimas de las montañas más altas albergan una alta proporción de endemismos.

Subregión Madrense-tropical

Se ubica en la parte alta del declive occidental de la SMO, en una amplia franja de transición con los bosques tropicales. Tiene un clima templado subhúmedo (C(w2)), el más húmedo de ese grupo, menos frío que en el interior de la sierra y clima semicálido subhúmedo ((A) C(w)), con temperaturas medias desde 12 a más de 18 °C y precipitación anual entre 800 y 1500 mm. Presenta bosques de coníferas, bosques de pino-encino y bosque mesófilo de montaña.

Bosques de coníferas

Los bosques de pino de la vertiente occidental pueden encontrarse desde 1000 hasta 2400 msnm. Son comunes *Pinus oocarpa, P. devoniana, P. douglasiana, P. luzmariae, P. lumholtzii, P. herrerae* y *P. maximinoi*, con madroños como *Arbutus tessellata, A. madrensis* y *A. xalapensis*. Hacia sus límites inferiores estas comunidades se sustituyen por bosques mixtos.

Bosques de pino-encino

Destacan *Pinus devoniana* (figura 9), *P. douglasiana, P. durangensis, P. herrerae, P. maximinoi* y/o *Pinus oocarpa* con *Quercus candicans, Q. crassifolia, Q. obtusata, Q. scytophylla, Q. splendens, Q. subspathulata* y el encino duraznillo (*Q. viminea*) (figuras 9 y 10). *Pinus maximinoi* es abundante en laderas y cañadas, mientras que *P. herrerae* es abundante en partes altas de las laderas y en mesas. Hacia sitios más cálidos se presentan también *Quercus gentryi* y *Q. viminea*. Otros elementos comunes son el capulín (*Prunus serotina*), *táscate* (*Juniperus flaccida*) y madroños (*Arbutus tessellata y A. xalapensis*). Otras asociaciones incluyen a *P. lumholtzii* y *P. luzmariae* con *Q. jonesii* o *Q. resinosa* y la rara comunidad de *Pinus maximartinezii* con *P. lumholtzii, Quercus resinosa* y *Q. chihuahuana* (figura 11).

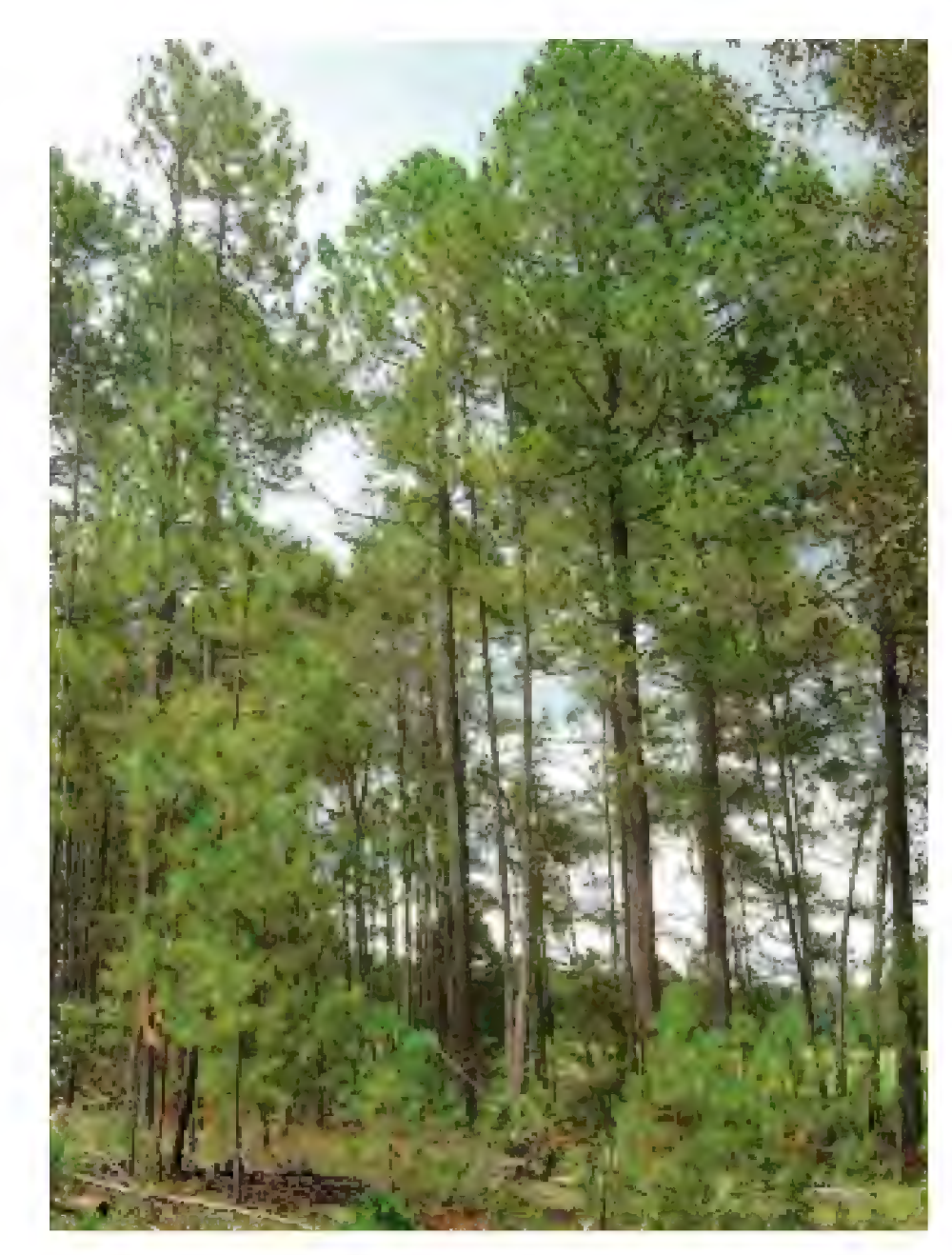


Figura 6. Bosque de *Pinus arizonica-Quercus sideroxyla*. San Luis Villacorona.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Bosques de encino

En condiciones similares a donde se desarrollan los bosques de pino-encino, ocasionalmente *Quercus candicans* o *Q. splendens* forman bosques altos de tipo mesófilo, con epífitas. Hacia sitios más cálidos el encino duraznillo (*Q. viminea*) puede también comportarse como dominante, mientras que en sitios secos y abiertos el roble (*Q. resinosa*) forma comunidades bajas.

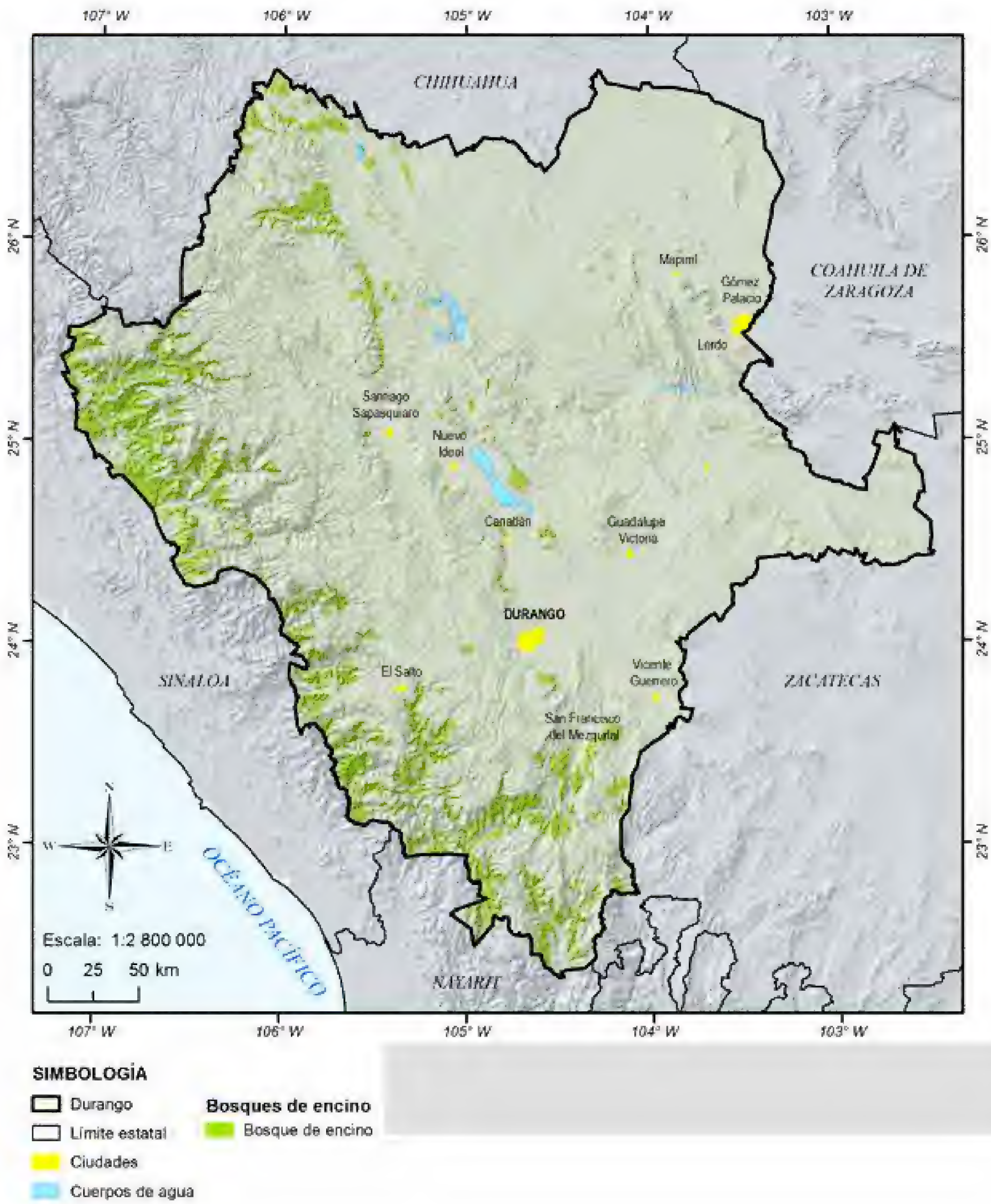


Figura 7. Distribución de bosques de encino.

Figura 8. Vegetación subalpina: *Sedum, Jaegeria,* musgos y líquenes en la cima del cerro El Huehuento.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 9. Bosque de *Pinus-Quercus.* Espinazo del Diablo.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 10. Bosque de *Pinus devoniana* con *Quercus* spp., *Arbutus arizonica* y *A. tessellata.* Cuesta Blanca, Mezquital.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

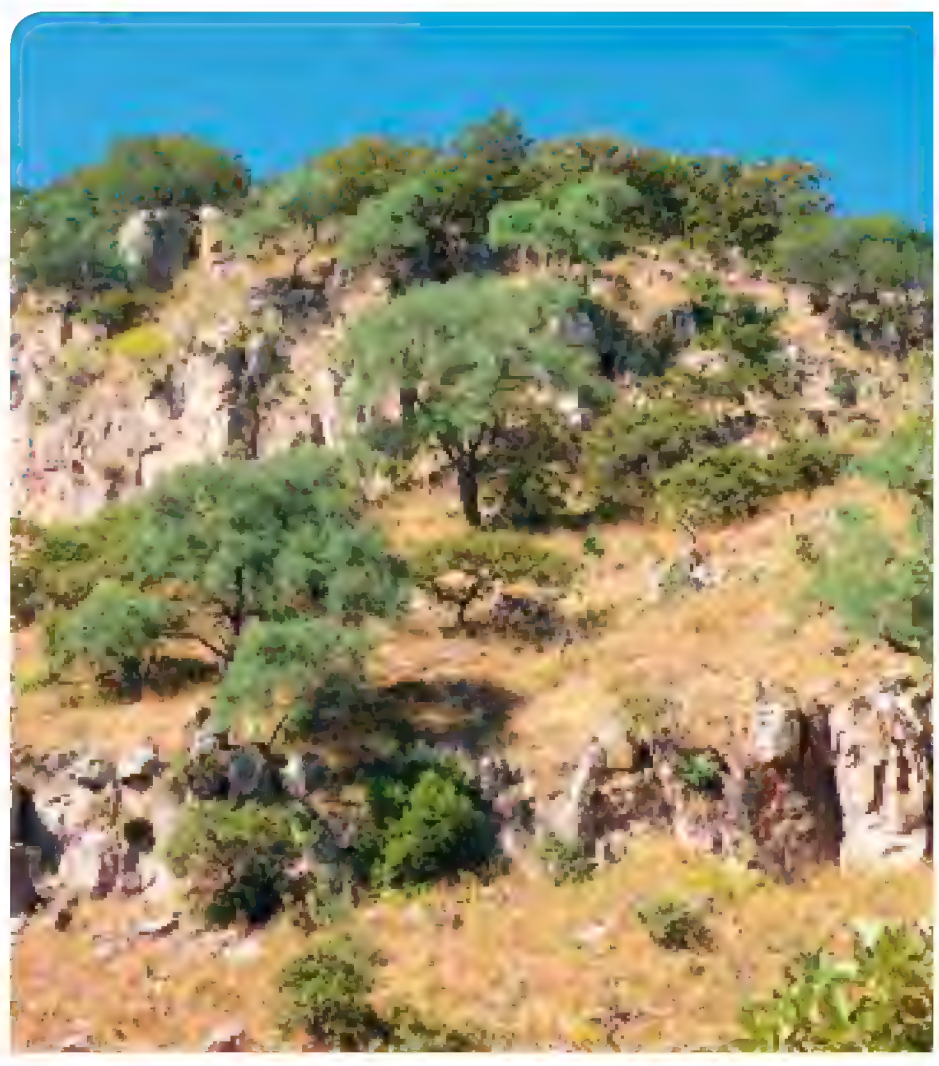


Figura 11. *Pinus maximartinezii* con *P. lumholtzii, Quercus resinosa* y *Q. chihuahuana.* La Muralla.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Bosque mesófilo de montaña

Se desarrolla entre los 1 160 y 2 350 m de elevación, principalmente en cañadas y en laderas protegidas, en sitios con alta humedad ambiental. Cubre unos 25 km², apenas 0.02% de la superficie del estado. Son comunidades muy ricas en diversidad y estructura, con varios estratos, incluyendo trepadoras y epífitas (figura 12). Entre sus elementos característicos están *Magnolia pacifica* subsp. *tarahumara, Ostrya virginiana, Tilia americana* var. *mexicana, Cedrela odorata, Styrax ramirezii,* Lauráceas (*Persea liebmannii, P. podadenia, Nectandra, Litsea*), encinos (*Q. candicans, Quercus crassifolia, Q. castanea, Q. rugosa, Q. scytophylla, Q. splendens*), madroños (*Arbutus xalapensis*), *Garrya laurifolia, Cornus disciflora, C. excelsa, Clethra, Prunus, Ilex, Cleyera integrifolia* y a veces coníferas como *Pinus maximinoi, P. devoniana, P. douglasiana, P. herrerae, P. strobiformis, P. durangensis* y *Abies guatemalensis.*

Figura 12. Bosque mesófilo de montaña con *Ostrya, Tilia, Persea, Quercus, Pinus.* El Indio.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

REGIÓN MADRENSE-XERÓFILA

Ocupa el piedemonte oriental y ramales de la sierra al oriente (en el mapa de ecorregiones equivale a la subregión de piedemonte y sierras al oriente). Presenta clima semiseco templado (BS1k) y el más seco de los templados subhúmedos (C(wo)), con temperaturas medias entre 12 y 18 °C y precipitación anual entre 500 y 800 mm. La vegetación es de bosque bajo abierto, chaparral y matorral perennifolio así como zonas de ecotonía hacia los pastizales y matorrales xerófilos del Altiplano. Algunos elementos de la región Madrense-xerófila llegan también a la vertiente occidental de la SMO, a las partes semisecas justo encima del límite superior del bosque tropical caducifolio.

Bosque bajo abierto

Son comunidades de árboles bajos y espaciados que no corresponden a bosques en sentido estricto. Se encuentran entre los 1 900 y 2 500 m de elevación en la SMO y hasta los 2 800 m en sierras al oriente (como Promontorio y Gamón). Cubre unos 6 963 km² (5.64% de la superficie del estado) (véase figura 13). Puede ser de pino-encino o estar dominado por encinos.

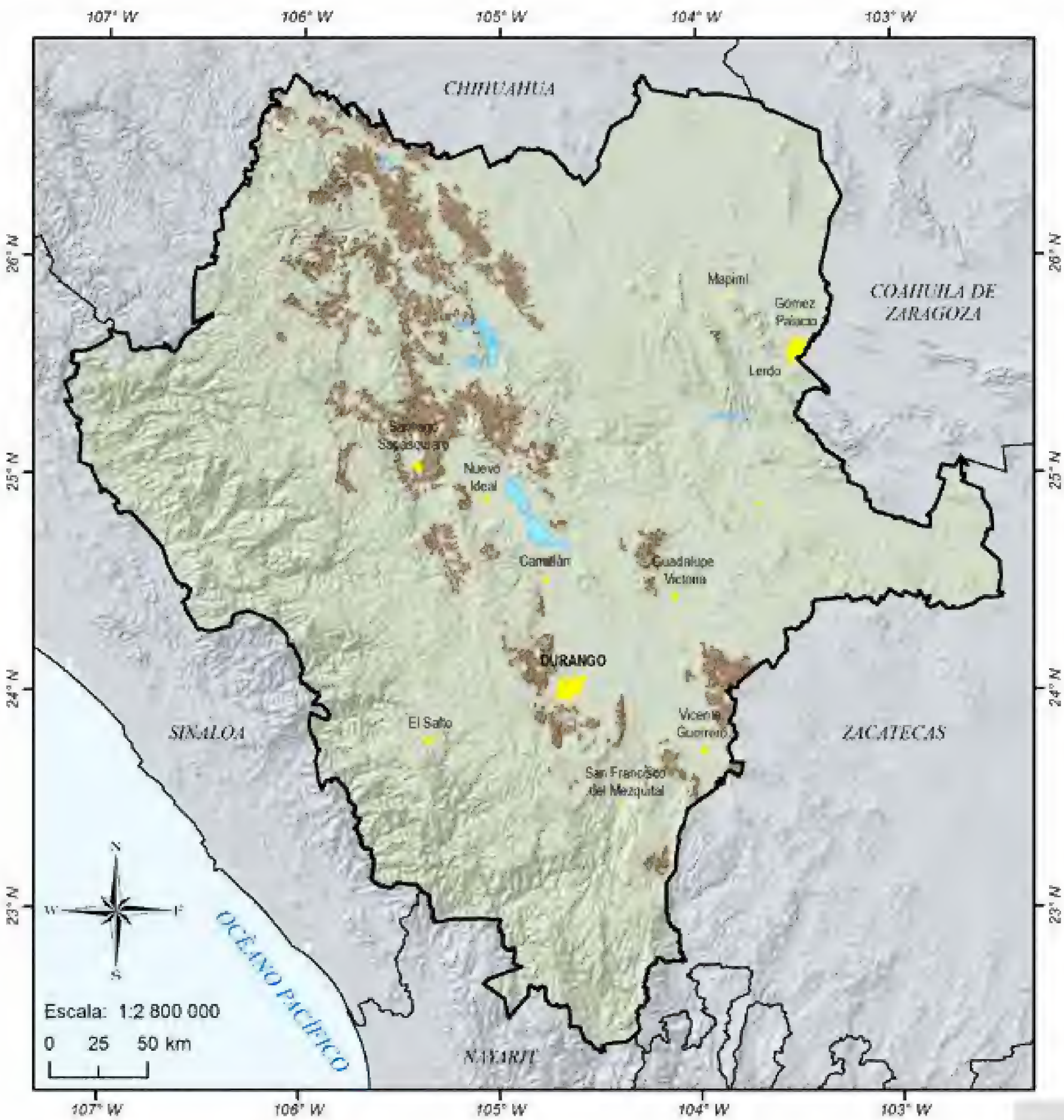
Los árboles dominantes son pino piñonero (*Pinus cembroides*) y diversas especies de *Quercus*: encinos blancos como *Q. chihuahuensis* y *Q. grisea* y encinos colorados como *Q. eduardii* y *Q. emoryi* y el madroño *Arbutus arizonica.* A veces también ocurre *Pinus chihuahuana* y/o *P. engelmannii.* Entre los arbustos destacan la manzanita (*Arctostaphylos pungens*) y el táscate (*J. deppeana*) (véase figura 14).

Chaparral

Presenta la estructura y elementos del chaparral de la región Madrense, a excepción de que en la región Madrense-xerófila los chaparrales son de tipo primario, determinados por la menor humedad ambiental (figuras 15 y 16).

Matorral perennifolio

Se desarrolla entre los 1 800 y 2 300 m, en transición con bosque bajo abierto hacia zonas altas y con la franja de pastizales y matorrales hacia zonas bajas. Son comunidades dominadas por táscates (*Juniperus coahuilensis*) con frecuencia asociados con agritos (*Rhus virens, R. aromatica*) así como con rosáceas arbustivas (*Lindleya, Malacomeles, Cercocarpus, Purshia* y *Vauquelinia*).



SIMBOLOGÍA

- Durango
- Límite estatal
- Ciudades
- Cuerpos de agua

Bosques bajo abierto

- Bosque bajo abierto

Figura 13. Distribución del bosque bajo abierto.

Figura 14. Bosque bajo abierto con *Quercus eduardii, Q. grisea, Pinus chihuahuana* y *Arbutus arizonica*; en primer plano *Pinus engelmannii*. Río Tunal a la presa Guadalupe Victoria.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

En las zonas de transición hacia el matorral xerófilo, *Juniperus* se asocia con *Yucca, Mimosa, Acacia* y *Berberis* y con las herbáceas típicas del matorral y el pastizal (González Elizondo *et al.* 2007, 2012b). Hacia la transición con el bosque bajo abierto, el matorral perennifolio puede estar dominado por *Juniperus deppeana* var. *zacatecensis* (figura 17).

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ECOSISTEMAS DE LA SIERRA

Aunque en muchas áreas las prácticas de manejo son sustentables, en otras no favorecen la persistencia del bosque y sigue ocurriendo una acelerada fragmentación, reducción en la densidad y aun deforestación (figura 18). En sus partes bajas el bosque se está volviendo más abierto y se va reemplazando por arbustos como *Arctostaphylos pungens* en áreas templadas y *Dodonaea viscosa* en sitios más cálidos (González-Elizondo *et al.* 1993; Casas *et al.* 1995; Márquez-Linares y González-Elizondo 1998; Márquez-Linares *et al.* 2006; González-Elizondo *et al.* 2007, 2012b). Este deterioro está ligado a cambios de uso del suelo, particularmente para ganadería o para agricultura en sitios en donde ésta no es sustentable (figura 19). La recomendación indirecta del uso del sotobosque para actividades de ganadería extensiva, al otorgarse autorizaciones para realizar dicha actividad, causa enormes daños al bosque. Esto se debe a que el pastoreo causa deterioro e interfiere con la recuperación natural (el ganado muerde, pisotea y deteriora los renuevos de árboles retardando o anulando su crecimiento) y compacta el suelo impidiendo la regeneración de la vegetación en general (Herrera-Arrieta y Pámanes-García 2007). Los efectos por el cambio de uso del suelo se ven exacerbados por los del cambio climático, particularmente la sequía (González-Elizondo *et al.* 2005, 2007). El estrés por menor disponibilidad de agua en suelos erosionados o compactados a su vez favorece el ataque de enfermedades y plagas como los insectos descortezadores (principalmente *Dendroctonus* spp.) que causan mortalidad de arbolado.

Estudios en sitios permanentes (Wehenkel *et al.* 2011, Corral-Rivas *et al.* 2012) buscan aportar información para

Figura 15. Chaparral de manzanita (*Arctostaphylos pungens*) con *Garrya wrightii*. Sierra de Gamón.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

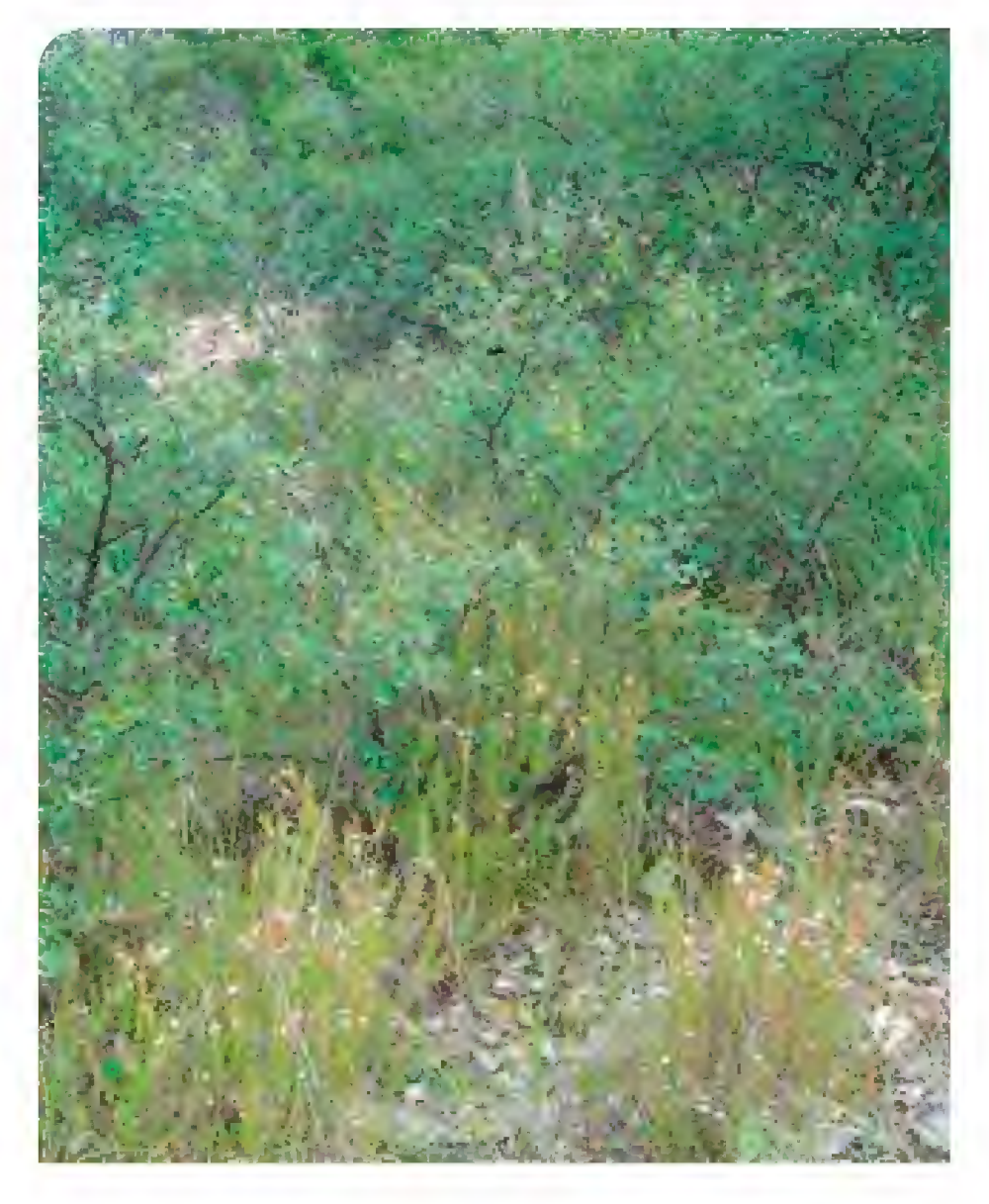


Figura 16. Chaparral de charrasquillo (*Quercus depressipes*) con *Megacorax gracielanus*, género endémico a la Sierra de Coneto.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

mejorar los planes de manejo. Los apoyos de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para pago de servicios ambientales (hidrológicos, captura de carbono y conservación de la biodiversidad) y actividades alternativas como el ecoturismo, representan una alternativa que busca facilitar la recuperación de los bosques (figura 20).

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Los bosques templados y otras comunidades vegetales de la sierra tienen una enorme importancia biológica y económica, así como un gran valor ambiental, al ser generadores de los servicios ecosistémicos de los que dependen las poblaciones humanas de una amplia región en Durango y estados aledaños. Es importante explorar alternativas de aprovechamiento de estos bosques. La topografía y los suelos someros de la sierra no favorecen las actividades agrícolas ni pecuarias. Urge regular la actividad ganadera. El recurso boscoso de Durango, tan importante ecológica y económicamente, se ve afectado por el pastoreo, cuya productividad no compensa el daño causado al ecosistema y menos aún los costos de su eventual restauración (Herrera-Arrieta y Pámanes-García 2007). Es necesario mejorar y adaptar los métodos de manejo para mantener la riqueza y el equilibrio de estos ecosistemas. Muchos ecosistemas de la sierra están modificándose rápidamente debido a cambios de uso del suelo y por efecto del cambio climático. El conocimiento de los componentes y de la dinámica de los ecosistemas es fundamental para predecir, prevenir y mitigar los impactos de tales cambios. La ecorregionalización de la SMO es una herramienta para estudios y monitoreos, así como la mejor planificación del manejo de los recursos naturales.

A pesar de su importancia, los ecosistemas de la SMO son todavía deficientemente conocidos desde el punto de vista biológico y ecológico. Se siguen descubriendo nuevos registros, nuevas especies y aun nuevos géneros de plantas en la región. Muchos de sus tesoros biológicos están todavía por ser descubiertos y se requieren estudios y exploraciones para encontrarlos.

Figura 17. Matorral de *Juniperus deppeana* var. *zacatecensis*; al fondo bosque bajo abierto de *Pinus cembroides* y *Quercus grisea*. Súchil.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 18. Fragmentación y deforestación. Vista desde Espinazo del Diablo.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 19. Pastoreo. Mezquital.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

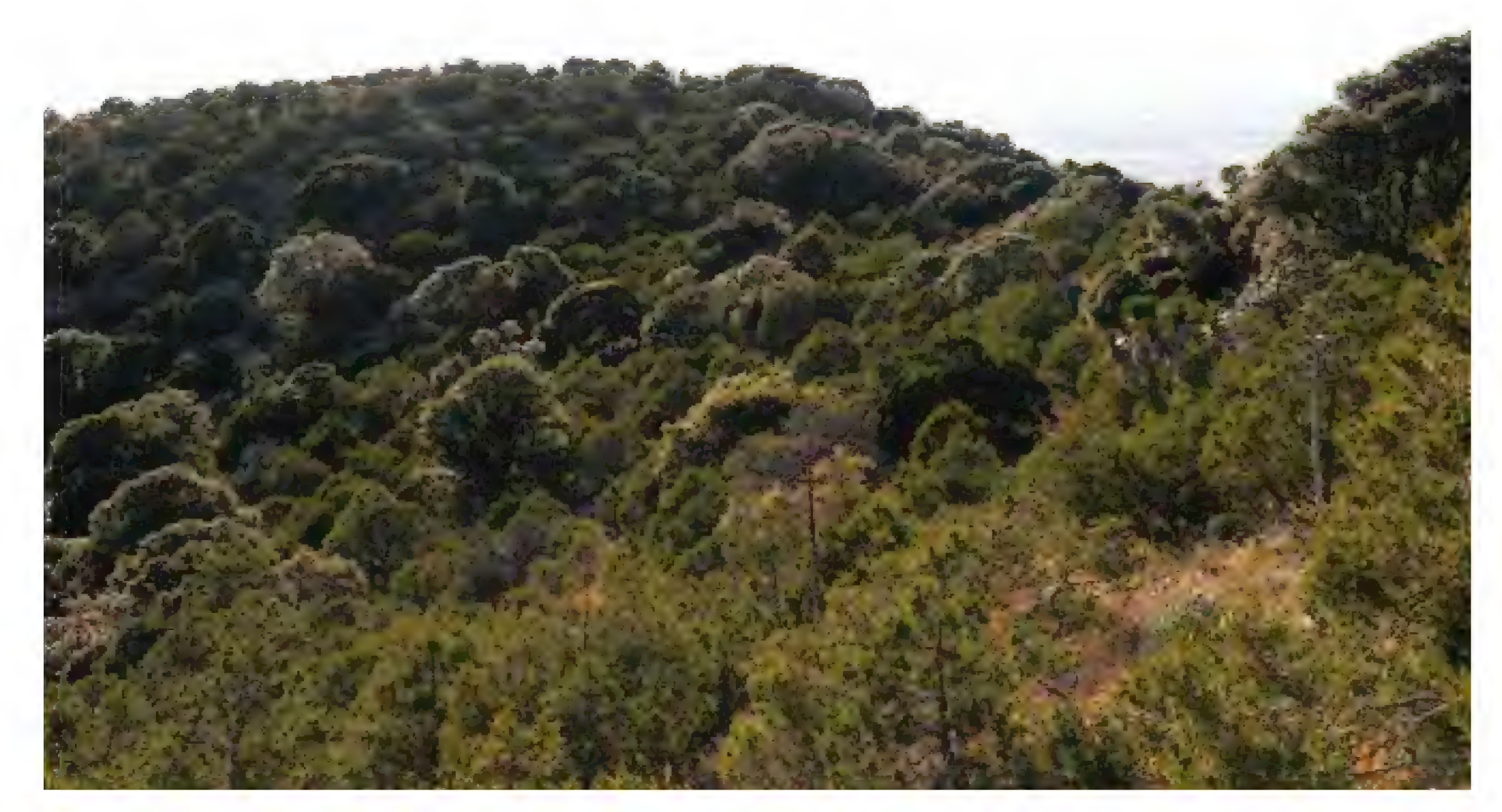


Figura 20. Bosque de *Quercus* y *Juniperus* en la vertiente norte del cerro Papantón, Súchil.
Foto: M. Socorro González Elizondo.

REFERENCIAS

Casas, R., S. González-Elizondo y J.A. Tena-Flores. 1995. Estructura y tendencias sucesionales en bosques de clima templado semi-seco en Durango, México. *Madroño* 42(4): 501-515.

Corral-Rivas, J.J., R.I. Reyes, C. Wehenkel *et al.* 2012. *A network of forest observational studies in Durango (Mexico).* Proceedings of an International Workshop at Beijing Forestry University, pp. 125-138.

González-Elizondo, M., E. Jurado, M.S. González-Elizondo *et al.* 2005. Tree-rings and climate relationships for Douglas-fir chronologies from the Sierra Madre Occidental, Mexico: A 1681-2001 rain reconstruction. *Forest Ecology and Management* 213(1): 39-53.

González-Elizondo, M., M.S. González-Elizondo, L. Ruacho González, y M. Molina Olvera. 2011. *Pinus maximartinezii* Rzed., Primer registro para Durango, Segunda localidad para la especie. *Acta Bot. Mex.* 96:33-48.

González-Elizondo, M.S., M. González Elizondo y A. Cortés-Ortiz. 1993. Vegetación de la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, Mex. *Acta Bot. Mex.* 22:1-104.

González-Elizondo, M.S. 1997. Upper Mezquital River Region, Sierra Madre Occidental, Mexico, En: *Centres of plant diversity. A guide and strategy for their conservation. vol. 3.* S.D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera MacBryde *et al.* The Americas. WWF/UICN. Cambridge, pp. 157-160.

González-Elizondo, M.S., I.L. López-Enríquez y W.L. Wagner. 2002. *Megacorax gracielanus* (Onagraceae), a new genus and species from Durango, Mexico. *Novon* 12:360365.

González-Elizondo, M.S, M. González Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés Editores/IPN. México.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y P.D. Sørensen. 2012a. *Arbutus bicolor* (Ericaceae), a new species from Mexico. *Acta Bot. Mex.* 99:55-72.

González-Elizondo, M. S., M. González-Elizondo y J.A. Tena-Flores *et al.* 2012b. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México. Una síntesis. *Acta Bot. Mex.* 100:351-403.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y J.A. Tena-Flores *et al.* 2013a. Ericáceas en la Sierra Madre Occidental, México: diversidad y distribución. *Ibugana* 4:97-108.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y J.A. Tena-Flores. 2013b. Ecosystems and diversity of the Sierra Madre Occidental. En: *Merging science and management in a rapidly changing world: biodiversity and management of the Madrean Archipelago III.* G.J. Gottfried, P.F. Ffolliott, B.S. Gebow, y L.G. Eskew (com.). 2012 May 1-5, Tucson. Proceedings RMRS-P-67. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, pp. 204-211.

Herrera-Arrieta, Y. y D.S. Pámanes-García. 2007. La región de los pastizales, sustento para una ganadería sostenida. En: *Vegetación y ecorregiones de Durango.* M.S. González-Elizondo, M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. Plaza y Valdés Editores/IPN. México, pp. 183-192.

Márquez-Linares, M.A. y M.S. González-Elizondo. 1998. Composición y estructura del estrato arbóreo de un bosque de pino-encino en Durango, México. *Agrociencia* 32(4): 413-419.

Márquez-Linares, M.A., M.S. González-Elizondo y R. Álvarez-Zagoya. 1999. Componentes de la diversidad arbórea en bosques de pino encino de Durango, México. *Madera y Bosques* 5(2):67-78.

Márquez-Linares, M.A., E. Jurado y S. González-Elizondo. 2006. Algunos aspectos de la biología de la manzanita (*Arctostaphylos pungens* hbk.) y su papel en el desplazamiento de bosques templados por chaparrales. *Ciencia UANL* 9(1):57-64.

Ruacho-González, L., M.S. González-Elizondo, M. González-Elizondo y C. López-González. 2013. Diversidad florística en cimas de la Sierra Madre Occidental. *Botanical Sciences* 91(2):193-205.

Rzedowski, J. 1964. Una especie nueva de pino piñonero del estado de Zacatecas (México). *Ciencia* 23:17-20.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México.* Editorial Limusa. México.

Wehenkel, Ch., J. J. Corral-Rivas, J.C. Hernández-Díaz y K. von Gadow. 2011. Estimating balanced structure areas in multi-species forests on the Sierra Madre Occidental, Mexico. *Annals of Forest Science* 68(2): 385-394.

Bosques tropicales de la región de las Quebradas

Irma Lorena López Enríquez • Lizeth Ruacho González, Jorge Alberto Tena Flores • David Ramírez Noya

INTRODUCCIÓN

La región de las Quebradas se localiza en el extremo occidental y sur del estado, sobre la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental (SMO), donde las corrientes que descienden al océano Pacífico han cavado profundas cañadas o quebradas que en algunos sitios tienen más de 1800 m de profundidad. Destacan las de los ríos Humaya, Tamazula, San Lorenzo, Piaxtla, Presidio y Baluarte (en Durango y Sinaloa); Acaponeta y Mezquital (Durango y Nayarit); y Jesús María o Santiago, Bolaños, Huaynamota y Juchipila (Durango, Zacatecas, Jalisco y Nayarit). El río Mezquital es el único que nace del lado oriental de la sierra y desemboca hacia el Pacífico, atravesando por completo la sierra entre el sur de Durango y el norte de Nayarit, lo que permite la entrada de elementos de origen tropical hacia el oriente (figura 1).

Las elevaciones fluctúan entre 130 y 2150 msnm. El substrato es de origen volcánico y los climas son cálido subhúmedo (A(w)), semicálido subhúmedo ((A)C(w)) y semiseco cálido y muy cálido (BS_1(h')), con régimen de lluvias de verano, temperaturas medias de 22 a 26 °C y precipitación de 600 a 1300 mm. La vegetación está compuesta por elementos de afinidad tropical (cuadro 1), muchos de los cuales se distribuyen hasta el sur de México y Centroamérica, y algunos llegan hasta las partes cálidas de Sudamérica. Destacan los bosques tropicales de clima seco, matorrales subtropicales y comunidades secundarias derivadas del bosque tropical, así como manchones de bosque espinoso en las partes más bajas, ya en la planicie costera. Para Durango, la vegetación de origen tropical se conoce de Tamazula, Topia, Canelas, Otáez, Tepehuanes, Santiago Papasquiaro, San Dimas, Pueblo Nuevo y Mezquital, así como de pequeñas zonas de Durango, Nombre de Dios y Súchil. La descripción de los tipos de vegetación se adapta de González-Elizondo y colaboradores (2007, 2012).

BOSQUE TROPICAL SUBCADUCIFOLIO

Se desarrolla entre los 400 y los 1200 m de elevación, en clima cálido subhúmedo A(w) con temperaturas entre 23 y 26 °C y precipitación pluvial anual de 900 a 1300 mm, con cinco a seis meses secos, libre de heladas. Forma manchones aislados en medio de bosque tropical caducifolio pero en sitios más húmedos y sombreados que éste, como cañadas y laderas húmedas, orilla de arroyos permanentes y en lugares casi planos en las márgenes de ríos. Su superficie es difícil de cuantificar debido a su distribución discontinua, pero se estima en unos 62 km^2 (apenas 0.05% de la superficie del estado). La COTECOCA (1979) había estimado su cobertura en cuatro veces más. Dado que este tipo de comunidades se desarrolla también en terrenos planos con suelos profundos a lo largo de corrientes de agua, un tipo de hábitat propicio para la agricultura, es probable que buena parte del área que anteriormente ocupaba el bosque tropical subcaducifolio se encuentre en la actualidad desmontada o muy alterada (González-Elizondo *et al.* 2007).

Son bosques densos en los que la mitad o más de los árboles tienen hojas durante todo el año. Generalmente presenta dos estratos de entre 15 y 30 m de alto. Hay chalates, salates o tescalames (*Ficus* spp.), chupote, cóngora o pochote (*Ceiba aesculifolia*), palo mulato (*Bursera* gpo. *simaruba*), cedro (*Cedrela odorata*), cocha o tapaco (*Stemmadenia tomentosa*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*) y ramón (*Brosimum alicastrum*). En el estrato bajo destacan la romaría, rosa amarilla o tecomasochi (*Cochlospermum vitifolium*), tapa la iguana (*Agonandra racemosa*), arrayancillo (*Eugenia* sp.), cepillo (*Combretum farinosum*), *Cupania dentata*, arrayán (*Psidium sartorianum*), haba (*Hura polyandra*), chapote, jovin, zapote (*Casimiroa edulis*), los arbustos urticantes tachinol o tachinole (*Urera* spp.), garabato o vainoro (*Celtis iguanaea*), *Tournefortia* sp. y *Thouinidium decandrum*. Otros elementos son el chirimoyo (*Annona* sp.), *Guarea glabra*, amapa morada, amapa rosa (*Tabebuia palmeri*), *Enterolobium cyclocarpum* y *Lonchocarpus* sp. (figura 2). El estrato herbáceo es pobre debido a la densa cubierta del dosel, pero hay lianas y bejucos como *Smilax moranensis, Chiococca alba, Pisonia aculeata, Serjania* sp. e *Iresine* spp.

López-Enríquez, I.L., L. Ruacho-González, J.A. Tena-Flores y D. Ramírez-Noya. 2017. Bosques tropicales de la región de las Quebradas. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 233-248.

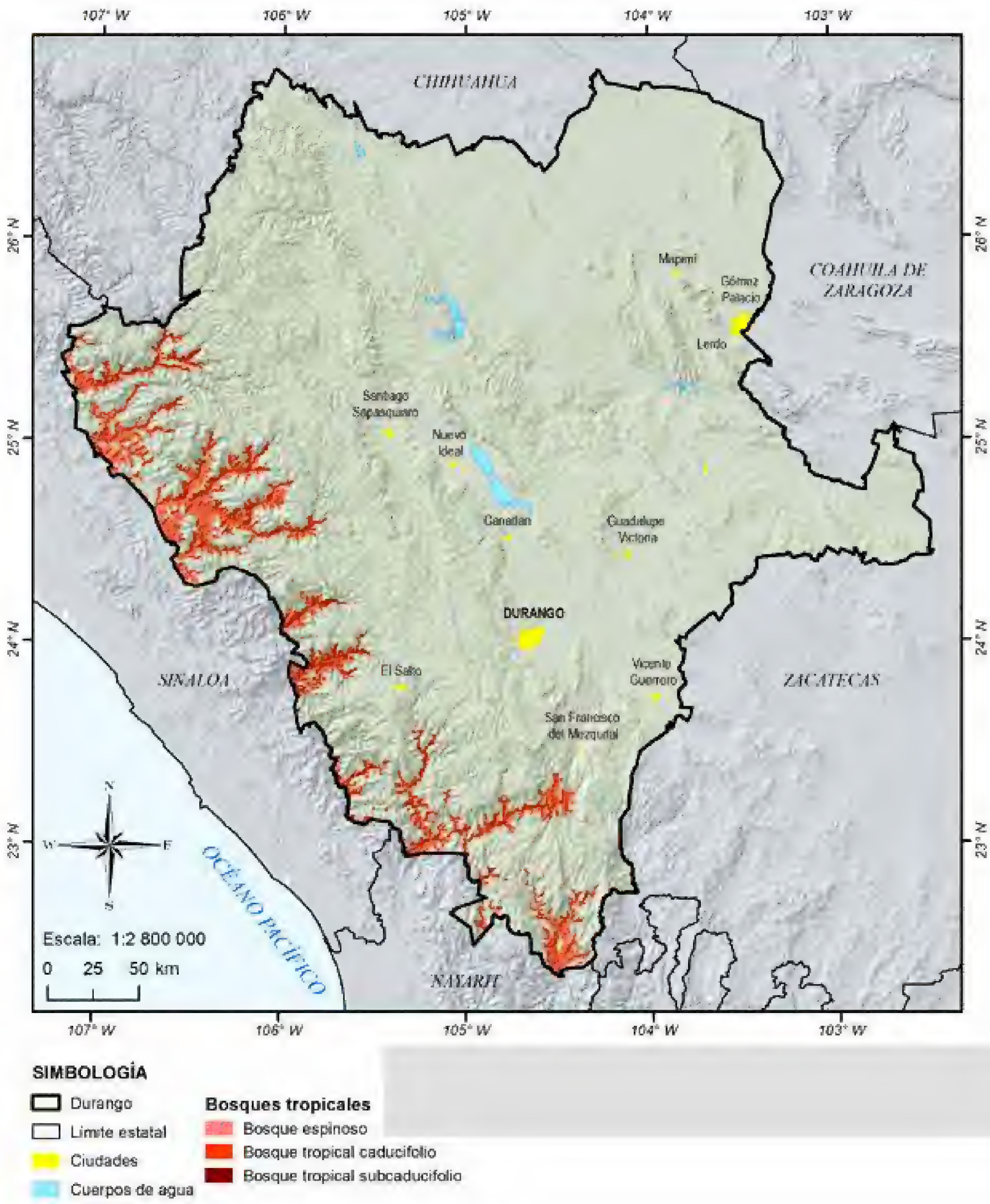


Figura 1. Distribución de los bosques tropicales.

Cuadro 1. Especies características de bosques tropicales y matorral subtropical

Tipo	Nombre común	Nombre científico	Autores
Árboles	Camichin, chalate, tecombalate	*Ficus cotinifolia*	Kunth in H.B.K.
	Baklya, chalate, chalate va'vc hilya, salate	*Ficus crocata*	(Miq.) Miq.
	Higuera	*Ficus insipida*	Willd.
	Higuera	*Ficus maxima*	Mill.
	-	*Ficus membranacea*	C. Wright
	Camichin	*Ficus pertusa*	L. f.
	Higuera, tescalama, tescalame, texcalame	*Ficus petiolaris*	Kunth in H.B.K.
	Chupote, cóngora, pochote	*Ceiba aesculifolia*	(Kunth) Britten & Baker
	Copal	*Bursera copallifera*	(Sessé & Moc. ex DC.) Bullock
	Copal chino	*Bursera excelsa*	(Kunth in H.B.K.) Engl.
	Palo mulato	*Bursera excelsa* var. *favonialis*	McVaugh & Rzed.
	Palo blanco, palo mulato, jauica, papelillo	*Bursera fagaroides*	(Kunth in H.B.K.) Engl.
	-	*Bursera fagaroides* var. *elongata*	McVaugh & Rzed.
	Jauica, chutama	*Bursera fragilis*	S. Watson
	Palo mulato	*Bursera grandifolia*	(Schltdl.) Engl.
	Palo mulato, papelillo	*Bursera multijuga*	Engl.
	Copalillo, agrito	*Bursera palmeri*	S. Watson
	Paguai (Tepehuano)	*Bursera penicillata*	(Sessé & Moc.) Engl.
	-	*Bursera roseana*	Rzed., Calderón et Medina
	-	*Bursera schlechtendalii*	Engl.
	Copal	*Bursera stenophylla*	Sprague & L. Riley
	-	*Cedrela dicolor*	S.F. Blake
	Cedro	*Cedrela odorata*	L.
	Berraco o tapaco, cocha, tapaco	*Stemmadenia tomentosa*	Greenm.
	Guamúchil	*Pithecellobium dulce*	(Roxb.) Benth.
	Ramón	*Brosimum alicastrum*	Sw.
	Romaría, rosa amarilla, tecomasochi, higuerilla, rosa marcía	*Cochlospermum vitifolium*	(Willd.) Spreng.
	Tapa la iguana	*Agonandra racemosa*	(DC.) Standl.
	Arrayancillo	*Eugenia fragrans*	(Sw.) Willd.
	-	*Cupania dentata*	DC.
	Arrayán	*Psidium sartorianum*	(Berg) Nied.
	Haba	*Hura polyandra*	Baill.
	Zapote, chapote, jovin	*Casimiroa edulis*	La Llave & Lex.
	-	*Thouinidium decandrum*	(Humb. & Bonpl.) Radlk.
	Chirimoc, chirimoyo	*Annona cherimola*	Mill.
	-	*Guarea glabra*	Vahl
	Amapa amarilla, amapa, tamarindo	*Tabebuia chrysantha*	(Jacq.) G. Nicholson
	Amapa, amapa morada, amapa rosa	*Tabebuia palmeri*	Rose
	-	*Enterolobium cyclocarpum*	(Jacq.) Griseb.

Cuadro 1. Continuación

Tipo	Nombre común	Nombre científico	Autores
	Palo mosca	*Lonchocarpus hermannii*	M. Sousa
	-	*Lonchocarpus lanceolatus*	Benth.
	Beco	*Lonchocarpus sinaloensis*	(Gentry) F.J. Herm.
	Vara blanca	*Lonchocarpus* sp.	
	Huizache, binorama	*Acacia farnesiana*	(L.) Willd.
	Espino, huizache tepame	*Acacia pennatula* subsp. *pennatula*	(Schltdl. & Cham.) Benth.
	Palo blanco	*Ipomoea arborescens*	(Kunth in H.B.K.) G. Don
	Palo bobo	*Ipomoea chilopsidis*	Standl.
	Palo bobo	*Ipomoea murucoides*	Roem. & Schult.
	Tepehuaje	*Lysiloma acapulcense*	(Kunth) Benth.
	Mauto, tepemezquite	*Lysiloma divaricatum*	(Jacq.) J.F. Macbr.
	Palo del diablo, palo de judas	*Bocconia arborea*	S. Watson
	Sacalasúchil	*Plumeria rubra*	L.
	Clavellina, cuajilote, clavellín	*Pseudobombax palmeri*	(S. Watson) Dugand
	Palo malo, hechicero	*Sapium appendiculatum*	(Müll. Arg.) Pax & Hoffm.
	Palo amargo	*Sapium pedicellatum*	Huber
	Palo lechoso, palo malo, tempisque	*Sebastiania cornuta*	McVaugh
	Ayal, guaje cirial, bule cirial	*Crescentia alata*	Kunth in H.B.K.
	Navío	*Conzattia sericea*	Standl.
	Cuahalala	*Amphipterygium adstringens*	(Schltdl.) Standl.
	-	*Thouinidium decandrum*	(Humb. & Bonpl.) Radlk.
Árboles	Caidizo, sarcillo	*Alvaradoa amorphoides*	Liebm.
	Tachinole	*Myriocarpa longipes*	Liebm.
	Guaisillo	*Leucaena lanceolata*	S. Watson
	Caobilla	*Swietenia humilis*	Zucc.
	Zorrillo	*Senna atomaria*	(L.) H.S. Irwin & Barneby
	Güencho	*Sideroxylon persimile* subsp. *persimile*	(Hemsl.) T.D. Penn.
	Copalchile, palo copache, copalquín, palo amargo	*Hintonia latiflora*	(Sessé & Moc. ex DC.) Bullock
	Cuero de indio, tanibo	*Aralia humilis*	Cav.
	Vara blanca	*Wimmeria confusa*	Hemsl.
	-	*Heliocarpus terebinthinaceus*	(DC.) Hochr.
	Encino prieto, bellota, encino chino o encino beyota	*Quercus albocincta*	Trel.
	Encino blanco	*Quercus chihuahuensis*	Trel.
	Encino roble	*Quercus jonesii*	Trel.
	Encino blanco, palo blanco	*Quercus laeta*	Liebm.
	Encino	*Quercus magnoliifolia*	Née
	Encino blanco	*Quercus subspathulata*	Trel.
	Encino	*Quercus resinosa*	Liebm.
	Guácima	*Guazuma ulmifolia*	Lam.
	Chinchilla, pirulillo	*Zanthoxylum fagara*	(L.) Sarg.
	-	*Caesalpinia cacalaco*	Humb. & Bonpl.
	Palo santo	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Domin

Cuadro 1. Continuación

Tipo	Nombre común	Nombre científico	Autores
	Tachinole	*Urera baccifera*	(L.) Gaudich.
	Tachinol	*Urera corallina*	(Liebm.) Wedd.
	Mala mujer, quemadora	*Urera* aff. *verrucosa*	(Liebm.) V.W. Steinm.
	Mantecoso	*Celtis caudata*	Planch.
	Vainoro, garabato	*Celtis iguanaea*	(Jacq.) Sarg.
	Manitas o dedos	*Tournefortia hartwegiana*	Steud.
	-	*Tournefortia volubilis*	L.
	-	*Sapindus saponaria*	L.
	-	*Ardisia revoluta*	Kunth in H.B.K.
	Guais, rayadillo negro, guisillo	*Acaciella angustissima*	(Mill.) Britton & Rose
	Confeti negro , confite prieto, confite	*Lantana camara*	L.
	Confeti, pegajosa	*Lantana hirta*	Graham
	Papache	*Randia echinocarpa*	Moc. & Sessé
	Bocuoso	*Randia tetracantha*	(Cav.) DC.
	Hierba del zorrillo	*Petiveria alliacea*	L.
	Hierba de la chuparrosa, chuparrosa	*Justicia candicans*	(Nees) L.D. Benson
	-	*Bernardia mexicana*	(Hook. & Arn.) Müll. Arg.
	-	*Euphorbia ariensis*	Kunth in H.B.K.
	-	*Euphorbia colletioides*	Benth.
	Candelilla	*Euphorbia cymosa*	Poir.
	Hierba de la trucha	*Croton ciliatoglandulifer*	Ortega
	Ocotillo, chicharroncillo	*Croton flavescens*	Greenm.
Arbustos	-	*Ditaxis guatemalensis*	(Müll. Arg.) Pax & Hoffm.
	-	*Jatropha cordata*	(Ortega) Müll. Arg.
	Sangregrado, sangre de drago	*Jatropha dioica*	Cerv.
	-	*Manihot rhomboidea* subsp. *microcarpa*	(Muell. Arg.) D.J. Rogers & Appan
	Varaduz, pie de venado, varadulce	*Eysenhardtia polystachya*	(Ortega) Sarg.
	-	*Marina crenulata* var. *crenulata*	(Hook. & Arn.) Barneby
	Víbora	*Mimosa candollei*	R. Grether
	-	*Colubrina greggii*	S. Watson
	-	*Colubrina triflora*	Brongn. ex Swet
	Negrito	*Karwinskia humboldtiana*	(Schult.) Zucc.
	Negrito, margarita	*Karwinskia rzedowskii*	Fernández
	Orégano, hierba de la mula	*Lippia cardiostegia*	Benth.
	Orégano	*Lippia graveolens*	Kunth in H.B.K.
	Chile quipín	*Capsicum annuum*	L.
	Hierba de la punzada, flor de la pulga, lucernilla	*Galphimia glauca*	Cav.
	-	*Galphimia floribunda*	C.E. Anderson
	Ocholillo	*Montanoa leucantha*	(Lag. & Segura) S.F. Blake
	-	*Coursetia glandulosa*	A. Gray
	-	*Coursetia mollis*	B.L. Rob. & Greenm.
	Vara blanca	*Diphysa racemosa*	Rose
	Colcho, chinchillo	*Diphysa suberosa*	S. Watson

Cuadro 1. Continuación

Tipo	Nombre común	Nombre científico	Autores
Arbustos	-	*Buddleja wrightii*	B.L. Rob.
	-	*Cordia globosa*	(Jacq.) Kunth in H.B.K.
	Sacamanteca	*Solanum madrense*	Fernald
	Colorín	*Erythrina flabelliformis*	Kearney
	Vinolo, huizache	*Acacia cochliacantha*	Humb. & Bonpl. ex Willd.
	Huizachillo	*Acacia constricta* var. *vernicosa*	L.D. Benson
	-	*Melochia tomentosa*	L.
	-	*Cercidium macrum*	I.M. Johnst.
	Ocotillo	*Fouquieria splendens*	Engelm.
	-	*Cercidium macrum*	I.M. Johnst.
	-	*Trichilia hirta*	L.
	San Juan	*Jacquinia macrocarpa* subsp. *pungens*	(A. Gray) Stahl
	Jarilla, matagusano	*Dodonaea viscosa*	Jacq.
Crasicaules	Garambullo	*Myrtillocactus geometrizans*	(Mart. ex Pfeiff.) Console
	-	*Nopalea karwinskiana*	(Salm-Dyck) K. Schum
	Cardón, pitayo	*Pachycereus pecten-aboriginum*	(Engelm.) Britton & Rose
	Pitayo barbón, pitajaya	*Pilosocereus alensis*	(F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley
	Pitayo	*Stenocereus montanus*	(Britton & Rose) Buxb.
	-	*Stenocereus queretaroensis*	(F.A.C. Weber) Buxb.
	-	*Stenocereus thurberi*	(Engelm.) Buxb.
	Nopal	*Opuntia* sp.	
Rosetifolias	Chacaleño, espadín, tepemete	*Agave angustifolia*	Haw.
	Maguey, maguey cenizo	*Agave durangensis*	Gentry
	Amole, lechuguilla	*Agave vilmoriniana*	A. Berger
	Sotol	*Dasylirion durangense*	Trel.
	-	*Bromelia pinguin*	L.
Otras	-	*Smilax moranensis*	M. Martens & Galeotti
	-	*Chiococca alba*	(L.) Hitchc.
	-	*Pisonia aculeata*	L.
	-	*Serjania mexicana*	(L.) Willd.
	-	*Serjania schiedeana*	Schltdl.
	Cepillo	*Combretum farinosum*	Kunth in H.B.K.
	-	*Iresine diffusa*	Humb. & Bonpl. ex Willd.
	Gallitos	*Tillandsia recurvata*	(L.) L.
	-	*Turbina corymbosa*	(L.) Rafinesque
	-	*Hippocratea celastroides*	Kunth in H.B.K.
	Bulito del Santo Niño	*Lagenaria siceraria*	(Molina) Standl.
	Barbas de chivo	*Clematis drummondii*	Torr. & A. Gray
	-	*Cocculus diversifolius*	DC.
	-	*Marsdenia coulteri*	Hemsl.
	-	*Nissolia microptera*	Poir.
	-	*Ipomoea bracteata*	Cav.

Fuente: González-Elizondo *et al.* 2007.

Este tipo de comunidades son también llamadas selvas. El bosque tropical subcaducifolio fue registrado para Durango como selva mediana subcaducifolia por COTECOCA (1979) y DETENAL (1978-1979). Anteriormente, en algunas clasificaciones se llamaba bosques a las comunidades de árboles de origen boreal (del norte, de regiones templadas y frías) y selvas a las de origen meridional (del sur, de la parte tropical); sin embargo, ambos representan bosques.

BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO (BTC)

Se desarrolla entre los 190 y los 2150 m de elevación, en clima cálido semiseco A(w) y semiseco cálido y muy cálido ($BS_1(h')$), con temperatura media mayor de 23 °C y precipitación pluvial anual de 700 a 1200 mm, con seis a nueve meses secos. Se desarrolla sobre lomeríos y laderas escarpadas con suelos someros, por lo general pedregosos y de drenaje rápido. Cubre unos 4 975 km^2 (4% de la superficie del estado).

Son comunidades bajas o medianas (4 a 15 m), por lo general abiertas. Su estructura es irregular, con uno o dos estratos de árboles además de un estrato arbustivo y otro herbáceo que en algunos sitios están poco desarrollados (figuras 3 y 4). Las trepadoras son escasas, lo mismo que las epífitas vasculares, exceptuando algunas especies de *Tillandsia*, aunque en sitios con mayor humedad ambiental se da la presencia de lianas o bejucos. La flora general de este tipo de vegetación en México está dominada por leguminosas, seguidas por compuestas, gramíneas y malváceas (Rzedowski y Calderón de Rzedowski 2013).

Son bosques caducifolios, es decir, pierden las hojas durante una parte del año y en la época seca presentan un aspecto en el que no se reconoce su afinidad tropical (figura 5). Este es el tipo de vegetación en que es más drástica la diferencia entre la faceta verde y exuberante de la temporada de lluvias y la gris y desolada de la época seca (Rzedowski y Calderón de Rzedowski 2013) (figuras 6 y 7). Varían mucho en su composición florística, fisonomía y afinidades ecológicas, dependiendo de su ubicación. Las que se desarrollan a menor elevación (en Tamazula) son llamadas "monte mojino" y en ellas destacan elementos secundarios.

La distribución de la lluvia a lo largo del año tiene más importancia para la vegetación que la cantidad de lluvia que se recibe al año (Rzedowski 1978). En el caso del bosque tropical caducifolio, los bosques que están en áreas con temporada seca muy larga están dominados por árboles espinosos (principalmente leguminosas) que permanecen sin hojas por varios meses, además de presentar cactáceas columnares.

Entre los principales árboles en este tipo de bosques están los mautos y tepehuajes (*Lysiloma* spp.), copales y copalillos (*Bursera excelsa, B. collina, B. palmeri* y otras), papelillos (*Bursera multijuga, B. fagaroides* y otras), sacalasúchil (*Plumeria rubra*), chupote o pochote (*Ceiba aesculifolia*), *Nopalea karwinskiana*, cactáceas columnares como *Stenocereus thurberi*, cardón o pitayo (*Pachycereus pecten-aboriginum*), *Pilosocereus* sp. y pitayos (*Stenocereus* spp.), huizache tepame (*Acacia pennatula*), huizache (*Acacia farnesiana*), amapas (*Tabebuia* spp.), *Pithecellobium* spp., cuajilote o claveyina (*Pseudobombax palmeri*), hechicero o palo malo (*Sapium* spp.), palo lechoso, palo malo o tempisque (*Sebastiania cornuta*), ayal o guaje cirial (*Crescentia alata*), *Sapindus saponaria, Enterolobium cyclocarpum*, haba (*Hura polyandra*), navío (*Conzattia sericea*), cepillo (*Combretum farinosum*), *Amphipterygium adstringens, Thouinidium decandrum, Alvaradoa amorphoides*, tachinole (*Myriocarpa longipes*) y *Leucaena lanceolata*. En los límites del BTC con los bosques de pino y encino se presenta también la higuerilla o palo de judas (*Bocconia arborea*).

Hacia sus límites inferiores de elevación son abundantes la amapa amarilla (*Tabebuia chrysantha*), amapa rosa (*T. palmeri*), caobilla (*Swietenia humilis*), *Enterolobium cyclocarpum* y *Senna atomaria* (figura 8).

A orilla de arroyos y en cañadas el bosque es más alto y denso, e incluye algunos elementos del bosque tropical subcaducifolio como chalates o tescalames (*Ficus* spp.), *Brosimum alicastrum*, palo mulato (*Bursera* grupo *simaruba*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*), guayabos o arrayanes (*Psidium sartorianum*), güencho (*Sideroxylon persimile*), cedro (*Cedrela odorata*), *Ardisia revoluta*, vara blanca (*Lonchocarpus*), *Annona* sp., *Stemmadenia* sp. y *Hura polyandra*.

Entre los arbustos y subarbustos se cuentan el guais (*Acaciella angustissima*), confeti negro, confite (*Lantana camara*), confeti (*L. hirta*), papache (*Randia echinocarpa* y *R. tetracantha*), *Petiveria alliacea, Justicia candicans, Bernardia mexicana, Euphorbia ariensis, E. colletioides, E. cymosa, Croton ciliato-glandulifer, C. flavescens, Dytaxis guatemalensis, Jatropha cordata, Manhiot* spp., *Eysenhardtia* sp., *Marina crenulata, Mimosa candollei, Colubrina* spp., *Karwinskia humboldtiana, K. rzedowskii* (éste puede desarrollarse también como árbol), *Lippia cardiostegia*, orégano (*L. graveolens*), chile piquín (*Capsicum annuum*), *Galphimia glauca, Montanoa leucantha, Coursetia* spp., *Diphysa* (hay especies arbustivas y arbóreas), *Buddleja* spp., *Cordia globosa* y *Solanum madrense*.

Figura 2. Bosque tropical subcaducifolio en Tamazula.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 3. Bosque tropical caducifolio con espino o huizache tepame (*Acacia pennatula*), papelillo (*Bursera multijuga,* tallo rojo), higuera o tescalama (*Ficus petiolaris,* tallo amarillo), palo bobo (*Ipomoea chilopsidis*), garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*). Mezquital.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

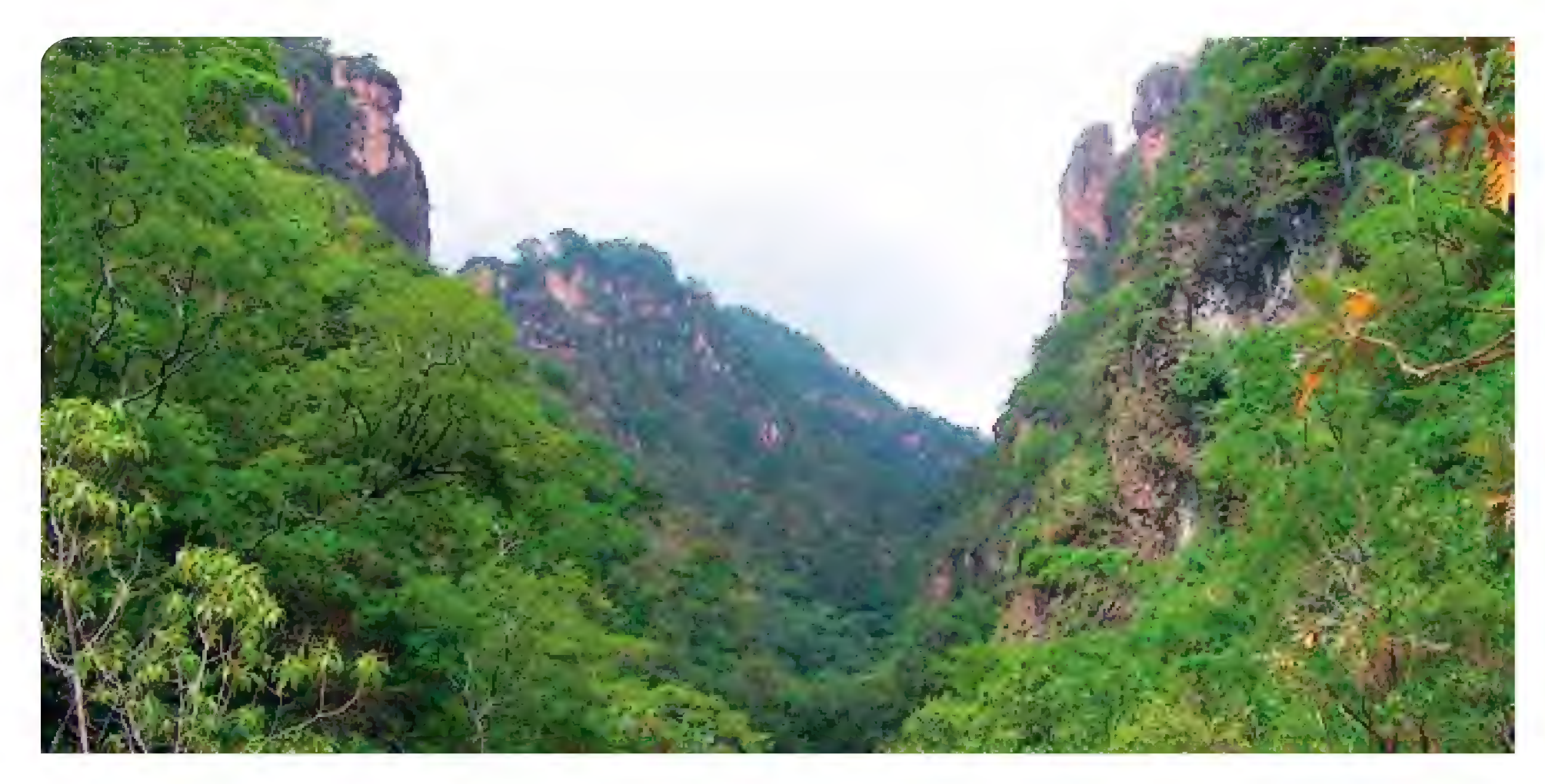


Figura 4. Bosque tropical caducifolio con mauto y tepehuaje (*Lysiloma* spp.), copales (*Bursera* spp.) y palo del diablo (*Bocconia arborea*). Arroyo La Escalera, Topia.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 5. Bosque tropical caducifolio en la época seca. El Barco, Tamazula.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 6. Bosque tropical caducifolio en época seca (abril). La Joya, Mezquital.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

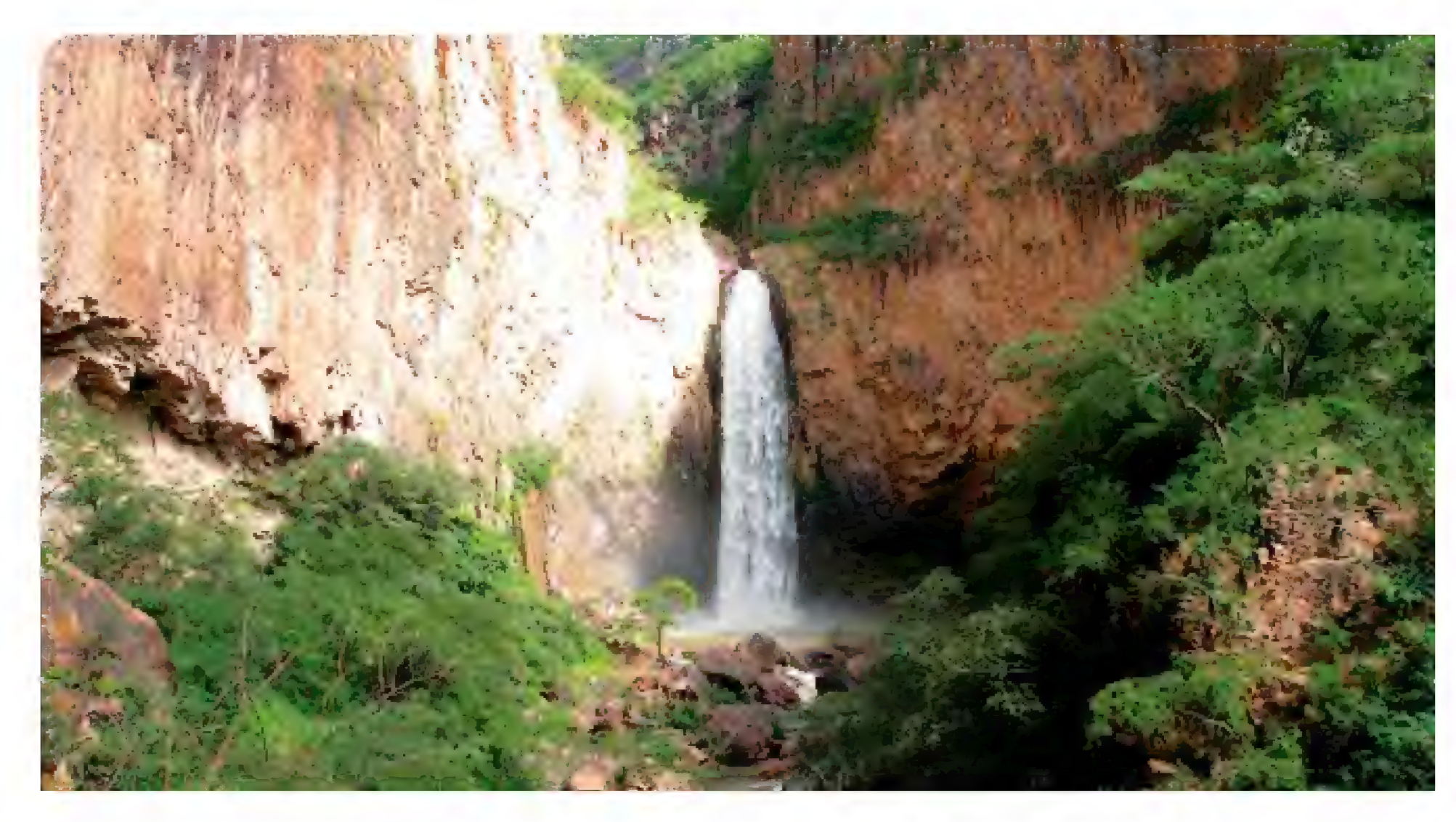


Figura 7. Bosque tropical caducifolio en época de lluvias (septiembre). La Joya, Mezquital.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Una comunidad con palo blanco (*Ipomoea arborescens*), tapaco (*Stemmadenia tomentosa*) y chirimoyo (*Annona cherimola*), con enredaderas como *Iresine* y *Turbina*, se conoce en las quebradas de Topia, entre 1200 y 1300 m de elevación. En partes bajas de San Dimas se combinan el palo bobo (*Ipomoea murucoides*), palo malo (*Sapium appendiculatum*), pitayo (*Stenocereus* sp.), vainoro (*Celtis iguanea*) y colorín (*Erythrina flabelliformis*). Otra asociación en la misma región es la de mautos o tepehuajes (*Lysiloma* spp.), *Acacia cochliacantha, Ceiba aesculifolia, Ipomoea murucoides* y copalquín (*Hintonia latiflora*).

Hacia su límite superior de elevación, hasta 2160 msnm (entre Mezquital y Temoaya), destacan *Bursera multijuga, B. palmeri* e *Ipomoea murucoides*, acompañados por *Erythrina flabelliformis, Aralia humilis* y *Melochia tomentosa*. En Otáez y al sur de Mezquital se presentan asociaciones de vara blanca (*Wimmeria confusa*) con *Acacia cochliacantha, Bursera excelsa, Lysiloma divaricatum, Ficus cotinifolia* y cactáceas columnares en el primer caso, y con *Acacia, Bursera* y *Heliocarpus* en el segundo.

En sitios más secos, hacia la parte sur del estado, el palo bobo (*Ipomoea murucoides*) se asocia con huizache tepame (*Acacia pennatula*), huizache (*Acacia farnesiana*), *Acaciella angustissima, Eysenhardtia polystachya* y cactáceas arborescentes como el garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), pitayos (*Stenocereus*) y *Pachycereus*, así como lechuguilla (*Agave vilmoriniana*) y espadín o tepemete (*Agave angustifolia*). También en Mezquital se asocian *Acacia pennatula, Ipomoea murucoides* y *Bursera*, acompañados de orégano (*Lippia graveolens*), *Agave, Opuntia, Dasylirion* y gramíneas, formando comunidades que se asemejan más al matorral subtropical.

MATORRAL SUBTROPICAL

Este tipo de vegetación se presenta en ambientes de tipo intermedio entre el bosque tropical caducifolio y los matorrales xerófilos. Crece entre los 1200 y 2000 msnm, sobre lomeríos y laderas con suelo intemperizado en clima semiseco cálido y muy cálido ($BS_1(h')$) con temporada seca de seis a nueve meses. Cubre poco más de 530 km^2 (0.43%). Puede ser de tipo primario, aunque históricamente derivado del bosque tropical caducifolio, o secundario y derivado de disturbio antropogénico a partir de ese mismo tipo de vegetación.

Son matorrales caducifolios con algunos árboles bajos y muy espaciados. Los árboles pueden ser inermes (sin espinas) como los palos bobos (*Ipomoea chilopsidis* e *I. murucoides*), los papelillos (*Bursera*) y la vara dulce (*Eysenhardtia polystachya*), o espinosos como el huizache tepame (*Acacia pennatula*) y el palo verde (*Cercidium*). Algunas asociaciones de Matorral subtropical en Mezquital son: a) *Ipomoea murucoides* con orégano (*Lippia graveolens*), *Fouquieria*, vara dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y *Agave durangensis*; b) *Acacia pennatula, Ipomoea murucoides* y *Bursera* con orégano, *Agave, Opuntia, Dasylirion* y gramíneas; c) *Acacia farnesiana* y *Cercidium* con elementos de matorral xerófilo como *Fouquieria splendens, Jatropha dioica* y *Myrtillocactus geometrizans* (figuras 9 y 10). De esta última asociación se conoce *Agave pintilla*, una especie endémica al matorral subtropical de Mezquital (González-Elizondo *et al.* 2011). En Canelas, entre 1500 y 1600 msnm se presenta un matorral subtropical con elementos del bosque de encino adyacente, con escasos *Quercus magnolifolia* y *Q. subspathulata*.

Hacia el interior del estado, sobre las partes bajas adyacentes al río Mezquital, los componentes del bosque tropical caducifolio se van diluyendo entre los elementos del matorral xerófilo, formando asociaciones intermedias entre ambos tipos de vegetación, donde el palo bobo (*Ipomoea* spp.), el huizache tepame (*Acacia pennatula*), colorín (*Erythrina*) y especies de *Bursera* (principalmente *B. fagaroides, B. excelsa, B. multijuga* o *B. palmeri*), se presentan como elementos aislados junto con *Acacia neovernicosa, Opuntia* sp., *Fouquieria splendens* y otras (figura 11).

BOSQUE ESPINOSO

Es el tipo de vegetación que cubre las partes más bajas del estado. Se desarrolla en la planicie costera del Pacífico entre los 130 y 410 msnm, donde la región de las Quebradas se abre en terrenos planos aluviales, así como en lomeríos con escasa pendiente, sobre suelos profundos. El clima es cálido subhúmedo (A(w)), con temperatura media anual entre 22 y 26 °C y precipitación pluvial entre 1100 y 1200 mm, con temporada seca de seis a ocho meses. Se conoce para el municipio de Tamazula, en alrededor de 25 km^2, solamente 0.02% de la superficie del estado.

Son bosques bajos, de menos de 10 m de alto, raramente hasta 15 m, constituidos por árboles y arbustos espinosos y caducifolios. Destacan el huizache o vinorama (*Acacia farnesiana*), vinolo (*Acacia cochliacantha*), *Acacia pennatula*, los mautos o tepehuajes (*Lysiloma* spp.), *Hippocratea* sp., guamúchil (*Pithecellobium dulce*), guácima (*Guazuma ulmifolia*), *Cochlospermum vitifolium, Enterolobium cyclocarpum, Zanthoxylum* spp., *Senna atomaria, Caesalpinia cacalaco, Cercidium* spp., *Lonchocarpus*

Figura 8. Bosque tropical caducifolio en sus límites inferiores de distribución. Tamazula. Destacan las flores de la amapa rosa (*Tabebuia palmeri*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 9. Matorral subtropical con *Ipomoea murucoides, Fouquieria splendens* y *Agave durangensis.* Acatita, Mezquital.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 10. Matorral subtropical con *Acacia farnesiana, A. pennatula, Prosopis laevigata, Agave vilmoriniana* y *Myrtillocactus geometrizans*. Acatita, Mezquital.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 11. Comunidad intermedia entre Matorral subtropical y Matorral xerófilo, con *Acacia neovernicosa, Fouquieria splendens, Prosopis laevigata, Ipomoea murucoides, Agave durangensis* y *A. vilmoriniana.* Acatita, Mezquital.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

lanceolatus, así como amapa amarilla (*Tabebuia chrysantha*), amapa rosa (*T. palmeri*), sacalasúchil (*Plumeria rubra*), *Sapium* sp., cedro (*Cedrela odorata*), escasos *Gyrocarpus jatrophifolius* y cactáceas como *Nopalea karwinskiana* y *Stenocereus* sp.

Algunos arbustos son: *Galphimia floribunda*, de flores amarillas, *Trichilia* sp., San Juan (*Jacquinia macrocarpa* subsp. *pungens*), *Senna* spp. *Buddleja wrightii, Lantana camara, Colubrina* sp., *Cordia* spp. y *Karwinskia* sp. Entre las trepadoras y bejucos están el bulito del Santo Niño (*Lagenaria siceraria*), *Pisonia aculeata*, cepillo (*Combretum farinosum*), *Iresine* spp., *Clematis drumondii, Cocculus diversifolius, Marsdenia coulteri* y *Nissolia* sp. En sitios húmedos se desarrolla la trepadora *Ipomoea bracteata* y en sitios abiertos la rosetifolia *Bromelia pinguin*, que forma colonias.

Los elementos de bosque espinoso se mezclan muy gradualmente con los del bosque tropical caducifolio, lo que hace difícil delimitar la frontera entre ambos tipos de vegetación. Comunidades secundarias derivadas de bosque espinoso se conocen como monte vinolo. En ellas es dominante *Acacia cochliacantha*. Son comunes en partes bajas y planas en Tamazula (figuras 12 y 13). Debido a que este tipo de vegetación ocupa áreas planas o con escasa pendiente y suelos profundos más o menos ricos en materia orgánica, mucha de la superficie que ocupaba originalmente ha sido convertida a terrenos agrícolas.

BOSQUE DE ENCINO Y DE ENCINO-PINO

Los encinares y bosques de pino-encino de las partes bajas de la región de las quebradas (340 a 1400 msnm) forman pequeñas poblaciones, localizadas por lo general sobre partes altas adyacentes al bosque tropical caducifolio. Su composición de especies herbáceas presenta afinidades con las de este último. Difieren de los bosques de encino y de pino-encino de clima templado y semifrío, en muchos aspectos de su composición y estructura.

Los de las quebradas son encinares de talla baja y hoja decidua. Entre las especies de encinos y robles (*Quercus*) que los componen destacan *Quercus albocincta, Q. magnoliifolia* y *Q. resinosa*. Varios de los elementos del bosque tropical caducifolio pueden estar presentes, entre los cuales están: *Tabebuia palmeri, Acacia pennatula, Lysiloma* spp., *Ipomoea arborescens, Bursera* spp. y *Bocconia* spp. *Quercus albocincta* es el encino que se desarrolla a menores elevaciones en Durango, alcanzando sitios tan bajos como los 340 m en Tamazula, formando manchones en cimas de cerritos y laderas hacia el norte, con frecuencia acompañado por árboles tropicales como la amapa (*Tabebuia palmeri*) (figura 14). A partir de los 1150 msnm se encuentran también *Q. jonesii* y *Q. laeta*, ya sea en encinares puros o en bosques mixtos con pino y encino. En sitios abiertos y secos se localiza un encino blanco (*Quercus chihuahuensis*). Estas comunidades se encuentran en sitios de suelos ricos en materia orgánica y con mucha hojarasca, usados por lo general para ganadería así como para extracción de leña.

MATORRAL DE *Dodonaea*

La jarilla (*Dodonaea viscosa*) es un arbusto agresivo que está invadiendo sitios perturbados por sobrepastoreo o por incendios (figura 15). Forma comunidades que pueden considerarse como una variante de matorral subtropical secundario (González-Elizondo *et al.* 2007, 2012). Se presenta en áreas de ecotono entre los bosques bajos de encino y los matorrales subtropicales o los matorrales xerófilos, entre los 1500 y 2100 msnm. Los encinares bajos están siendo reemplazados por matorrales de *Dodonaea*, a veces acompañada de sotol (*Dasylirion duranguense*), otra especie que también es favorecida por fuego. Aunque se ha cuestionado si *Dodonaea* es o no una especie invasora, argumentándose que es nativa, se han observado múltiples formas. Las plantas nativas son arbolitos mientras que en su forma invasora ocurre usualmente como arbusto, además de que las poblaciones difieren en caracteres foliares sugiriendo que puede adaptarse rápidamente a diferentes condiciones.

PASTIZAL INDUCIDO

Se presenta en áreas en donde el bosque tropical caducifolio o el bosque espinoso han sido desmontados o quemados para promover el crecimiento de pastos para ganadería. Son comunidades secundarias (pastizales inducidos) que se componen por gramíneas de los géneros *Andropogon, Aristida, Cathestecum, Melinis, Panicum*, entre otros, a veces asociados con arbustos o árboles que persisten o rebrotan del bosque original. La persistencia de las comunidades herbáceas está determinada por la intervención del hombre o de sus animales domésticos.

Se cultivan para forraje el zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), zacate Rhodes (*Chloris gayana*) y el pasto Guinea (*Megathyrsus maximus*). Varias especies de gramíneas son indicadoras de disturbio, entre ellas los zacates tres barbas (*Aristida* spp.), pata de gallo (*Cynodon dactylon*), zacate Natal/rosado (*Melinis repens*) y *Sorghum halepense*.

Figura 12. Bosque espinoso con *Acacia cochliacantha* y *Celtis iguanaea*. Tamazula.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 13. Monte vinolo con *Acacia cochliacantha*. Comunidad secundaria derivada de bosque espinoso. Tamazula.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

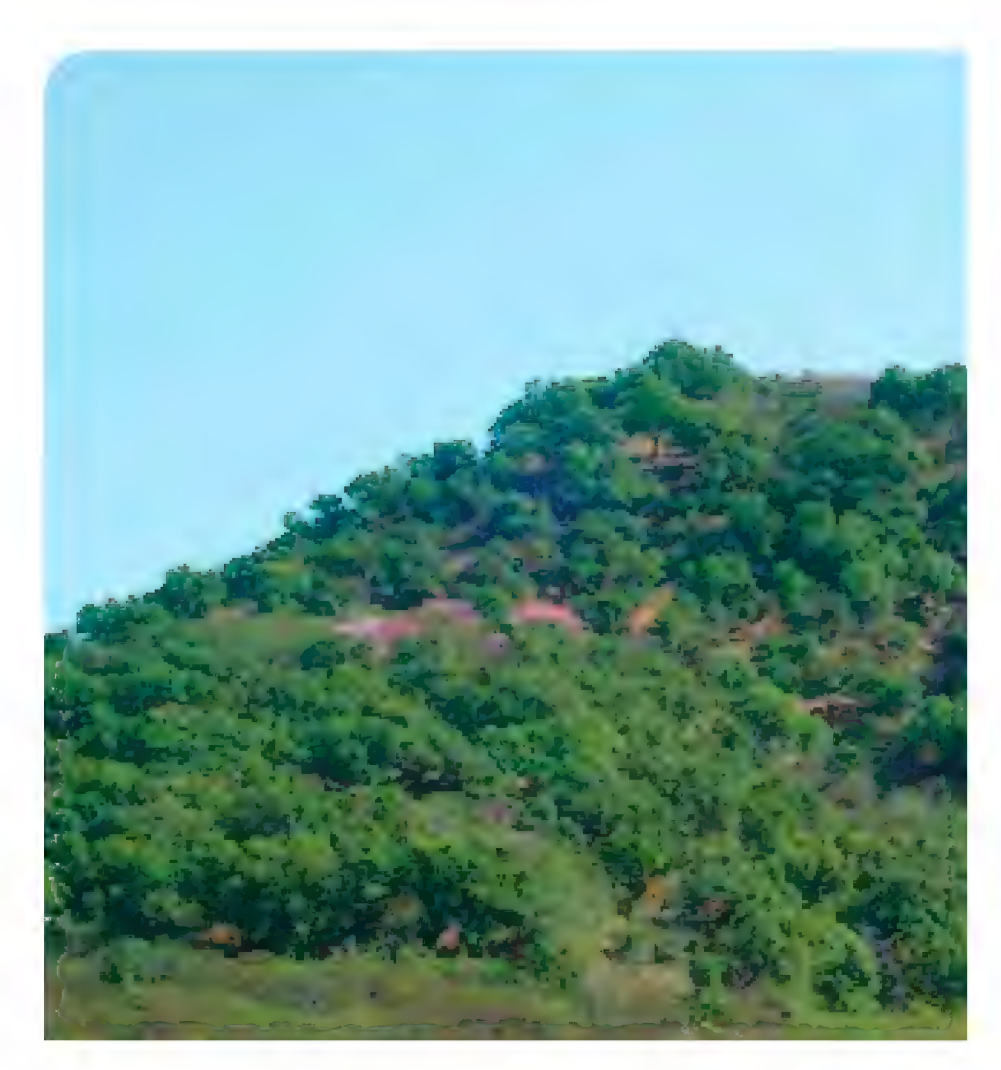


Figura. 14. Bosque tropical de encino bellota o encino prieto (*Quercus albocincta*) con amapa rosa (*Tabebuia palmeri*). Tamazula.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 15. Jarilla (*Dodonaea viscosa*). Mezquital.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Algunas de estas invasivas representan una amenaza para la diversidad, como *Melinis repens* y *Pennisetum ciliare* (Van Devender *et al.* 2005, González-Elizondo *et al.* 2009).

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Los bosques y demás comunidades de afinidad tropical en Durango están representados en su mayor parte por elementos del sur que llegan a la región a través de la planicie costera pacífica y las barrancas occidentales de la SMO.

Estas zonas son explotadas para actividad ganadera y agrícola. Sin embargo, a excepción de las partes planas y con suelo más profundo, la región no es apta para esas actividades.

Por ser la región de fisiografía más escarpada, la cobertura de la vegetación de las quebradas es vital para conservar el suelo, captar agua y mantener el equilibrio de los ecosistemas en general. En la entidad caen anualmente alrededor de 11 400 millones de m^3 de precipitación pluvial. La cobertura vegetal y el suelo protegido favorecen la infiltración del agua, que a su vez alimenta los mantos freáticos, corrientes y depósitos, permitiendo su aprovechamiento para usos humanos. Esto, además, ayuda a prevenir inundaciones y problemas de azolve de los cuerpos de agua en las partes pajas y mantiene el hábitat para la rica diversidad biológica que habita en estas zonas.

REFERENCIAS

COTECOCA. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero. 1979. Memoria. Coeficientes de agostadero para el estado de Durango. COTECOCA/SARH. México.

DETENAL. Dirección de Estudios del Territorio Nacional. 1978-1979. Cartas de uso del suelo, escala 1:50 000. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.

González-Elizondo, M.S, M. González-Elizondo y Marco A. Márquez-Linares. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés Editores/IPN. México

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, J.A. Tena-Flores *et al.* 2009. Durango: Detection of invasive alien plants. En: *Invasive plants on the move: controlling them in North America.* T.R. Van Devender, F.J. Espinosa-García, B.L. Harper-Lore y T. Hubbard (eds). Based on presentations at Weeds accross borders 2006 Conference. Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, pp. 137-155.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, I.L. López-Enríquez *et al.* 2011. El Complejo *Agave victoriae-reginae* (Agavaceae). *Acta Bot. Mex.* 95:65-94.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, J.A. Tena-Flores *et al.* 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México. Una síntesis. *Acta Bot. Mex.* 100:351-403.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México.* Editorial Limusa. México.

Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski. 2013. Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México. *Acta Bot. Mex.* 102:1-123.

Van Devender, T.R., J.R. Reeder, C.G. Reeder y A.L. Reina-G. 2005. Distribution and diversity of grasses in the Yécora region of the Sierra Madre Occidental of eastern Sonora, Mexico. En: *Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico.* J.-L.E. Cartron, G. Ceballos, y R.S. Felger (eds.). Oxford University Press, Nueva York, pp. 107-121.

Humedales: vegetación acuática y subacuática

Sergio Alonso Heynes Silerio • M. Socorro González Elizondo • Martha González Elizondo
Lizeth Ruacho González • Irma Lorena López Enríquez

INTRODUCCIÓN

Los humedales son zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, como pantanos, ciénagas y marismas; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos (SARH 1992).

El desarrollo histórico de la humanidad, en especial de las grandes civilizaciones, ha guardado estrecha dependencia con los humedales, los cuales sustentan directa e indirectamente a millones de seres humanos. Los humedales y áreas con vegetación acuática proveen importantes servicios en la recarga de acuíferos, la purificación de agua y el control de inundaciones, por lo que el rompimiento de su equilibrio puede ser devastador (Daily 2001). Proveen de áreas de cultivo, peces, madera, leña y materiales de uso doméstico y para construcción; y sustentan actividades recreativas. La superficie que ocupan los humedales, en comparación con otros ecosistemas, es relativamente pequeña, pero muchos de ellos son ricos en diversidad biológica y resultan indispensables para la existencia de algunas plantas y animales (Secretaría de la Convención Ramsar 2012).

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Su importancia ecológica radica principalmente en servir para el equilibrio de los ecosistemas y en el control de la contaminación (prácticas de fitorremediación). Por otra parte, los componentes de la vegetación son excelentes indicadores biológicos para conocer la calidad del agua (Thiébaut 2009). Los humedales constituyen el hábitat de muchos organismos, juegan un importante papel en la restauración de ecosistemas, y su vegetación representa un recurso importante además de que interviene en muchos de los servicios que proporcionan. En cuanto a su importancia económica y cultural, muchas de las funciones que los humedales realizan y que benefician al ser humano en forma directa o indirecta dependen de la vegetación, la cual contribuye de forma importante en el desarrollo y el equilibrio de la vida (Lot y Novelo 2004, Secretaría de la Convención Ramsar 2012). Las plantas de humedales son fuente de alimento para aves y otra fauna silvestre y algunas tienen importancia como forrajeras para ganado, como ornamentales e incluso como comestibles. Por estas razones, el conocimiento de los ecosistemas acuáticos es fundamental para la planeación del uso y conservación de los recursos agua, suelo, flora y fauna.

CLASIFICACIÓN DE LOS HUMEDALES

En la clasificación de tipos de vegetación de México de Miranda y Hernández X. (1963) y de Rzedowski (1978) se incluyen diversos tipos de humedales. La propuesta de Lot y Novelo (1990) también se basó en la vegetación. Olmsted (1993) clasificó los humedales de México basada parcialmente en el sistema de Cowardin *et al.* (1979) para Estados Unidos, el cual toma en cuenta tanto el régimen hidrológico como el tipo de vegetación, como se ha hecho en clasificaciones más recientes. En el esquema de clasificación de humedales en México, de las tierras altas asociadas propuesto por DUMAC (2003) y en la clasificación para el noroeste del país (Carrera-González y de la Fuente de León 2003) se reconocen seis sistemas principales: marino, estuarino, lacustre, palustre, riberino y tierras altas. Un esquema propuesto por Berlanga-Robles *et al.* (2008) se basa en el análisis de varios sistemas de clasificación e incluye tres ámbitos (marino-costero, continental y artificial) con cinco sistemas (marino, estuarino, fluvial, lacustre y palustre), ocho subsistemas (p.e. permanente y estacional en el ámbito continental) y 26 clases, básicamente geomorfológicas (17 naturales y nueve artificiales).

Heynes, S.A., M.S. González-Elizondo, M. González-Elizondo, L. Ruacho-González e I.L. López-Enríquez. 2017. Humedales: vegetación acuática y subacuática. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 249-257.

En el año 2008 se inició el Inventario Nacional de Humedales (INH-Mex), diseñado para llevarse a cabo en 36 meses (CONAGUA 2012), pero aún se requiere completar la información sobre sus componentes y su ecología. Actualmente se encuentra en consulta un documento sobre la Política Nacional de Humedales (Ramsar y CONANP 2014), en donde se acepta la clasificación de humedales de la Secretaría de la Convención Ramsar (2013), la cual que se adopta también en el presente trabajo.

El sistema Ramsar de clasificación de tipos de humedales incluye 42 tipos, agrupados en tres categorías: a) humedales marinos, costeros y estuarinos; b) humedales continentales, y c) humedales artificiales. Los humedales continentales pueden ser: lacustres (asociados con lagos), ribereños (adyacentes a ríos y arroyos), y palustres ("pantanosos", como marismas, pantanos y ciénagas). Los humedales artificiales incluyen estanques, tierras agrícolas de regadío, bordos, embalses, piletas de aguas residuales y canales. Adicionalmente, los ambientes pueden clasificarse, de acuerdo a si el agua fluye o no, en lótico (corrientes de agua como ríos y arroyos) o léntico (de agua en un mismo sitio, como en lagunas, lagos y estanques).

LAS PLANTAS DE HUMEDALES

Las plantas de ambientes acuáticos se denominan hidrófitas, hidrófilas, o macrófitas (plantas macroscópicas de hábito acuático). En relación con el grado de dependencia que tienen con el agua, Lot *et al.* (1993, 2013) las clasifican como sigue:

a) Acuáticas estrictas: las que realizan su ciclo de vida completo en el agua, ya sea sumergidas parcial o completamente, o flotando sobre la superficie.
b) Subacuáticas: las que llevan a cabo la mayor parte de su ciclo de vida en hábitats acuáticos, preferentemente en las partes someras y limítrofes, pero que soportan temporalmente el suelo seco, periodo durante el cual frecuentemente se reproducen.
c) Tolerantes: plantas de ambientes secos pero que son capaces de soportar suelos temporalmente inundados o estar parcialmente sumergidas en agua durante ciertos periodos del año. Estas últimas no se incluyen en el presente trabajo.

Las plantas acuáticas y subacuáticas pueden ser herbáceas o leñosas; las herbáceas pueden ser emergentes, flotantes o sumergidas, mientras que las leñosas son básicamente especies riparias.

VEGETACIÓN DE HUMEDALES EN DURANGO

Todas las ecorregiones de Durango presentan humedales, los cuales se desarrollan donde existan suelos y condiciones hidrológicas apropiadas. La vegetación es una de las características más sobresalientes de los humedales y ha sido utilizada para identificarlos, delimitarlos y elaborar sistemas de clasificación (EPA 2002). La gran variedad de especies y de individuos con mecanismos de adaptación estructurales y de comportamiento inducidas por las condiciones ambientales, y la gran cantidad de tipos de humedales, hacen de estos ambientes una formidable fuente de biodiversidad (Moore 2006). La vegetación acuática y subacuática incluye en Durango comunidades muy diversas, que se desarrollan en donde haya depósitos o corrientes de agua, en todos los climas, altitudes y substratos geológicos (González-Elizondo *et al.* 2007).

Los humedales de Durango son continentales, tanto naturales como artificiales. Entre los naturales, los hay lacustres, ribereños y palustres (los palustres incluyen pantanos, ciénagas, manantiales y escurrimientos). Dado que muchas especies de plantas acuáticas y subacuáticas crecen indistintamente en diversos tipos de humedales, la descripción de las comunidades vegetales se hace aquí con base en el tipo de plantas y en su distribución por regiones. Aunque en la región de la Sierra existen en mayor número, particularmente en ciénegas de valles intermontanos y en escurrimientos, los humedales de mayor superficie se localizan en la región de los Valles.

Algunas de las principales formas en que se manifiesta la vegetación de humedales (adaptado de González-Elizondo *et al.* 2007) son las siguientes:

Comunidades herbáceas

Las especies acuáticas o subacuáticas herbáceas pueden ser emergentes, flotantes o sumergidas. Los humedales del estado son predominantemente herbáceos y con frecuencia presentan dominancia de especies de una misma forma biológica, aunque usualmente las comunidades de acuáticas presentan los tres tipos de plantas:

Acuáticas y subacuáticas emergentes

Los tules (*Typha latifolia* y *T. domingensis*; *Schoenoplectus americanus*, *S. californicus* y *S. tabernaemontanii*) forman poblaciones densas (denominadas tulares), arraigadas en el fondo de cuerpos de agua poco profundos o a la orilla de depósitos y corrientes (figura 1). A menudo

Figura 1. Tular de *Schoenoplectus californicus* en el humedal de Málaga.
Foto: *Sergio Alonso Heynes Silerio.*

están dominadas por una sola especie y con frecuencia sobrepasan los dos metros de altura. Los tulillos (varias especies de *Eleocharis*) crecen también en sitios encharcados de escasa profundidad o en los márgenes de cuerpos y corrientes de agua, donde son abundantes. En la región de los Valles destacan *Eleocharis densa, E. reznicekii* y *E. yecorensis*. En la zona árida se presenta *Bolboschoenus maritimus* subsp. *paludosus*. Los tules y tulillos son buenos purificadores del agua y tienen potencial para ser usados en fitorremediación.

Otras acuáticas emergentes son las colas de caballo (*Equisetum* spp.), los berros (*Rorippa nasturtium-aquaticum*), *Berula erecta, Lilaeopsis schaffneriana*, la gramínea *Leersia hexandra* y varias especies de *Sagittaria, Ludwigia, Persicaria, Heteranthera* y *Ranunculus*. En áreas cenagosas en medio de bosques templados es común *Lilaea scilloides*. *Sparganium americanum* es muy abundante en arroyos en bosque templado semihúmedo en la zona templado-fría.

Las plantas subacuáticas emergentes son comunes en ciénegas, charcas, zonas pantanosas, a la orilla de corrientes o de manantiales o en suelo mal drenado. Las familias mejor representadas en este tipo de hábitats son las ciperáceas (*Eleocharis acicularis, E. macrostachya, E. parishii, E. xyridiformis* y varias especies de *Cyperus* y de *Carex*), juncáceas (*Juncus*), gramíneas (*Echinochloa, Eriochloa, Leptochloa, Paspalum* y *Panicum*), poligonáceas (*Polygonum* spp., *Persicaria* spp.) e incluso orquídeas (*Epipactis gigantea, Spiranthes graminea, Platanthera* spp., *Schiedella* sp.). En lugares templados y fríos, en claros de bosques que se encharcan durante parte del año, se presentan *Chromolepis heterophylla, Coreopsis paludosa* y especies de *Agrostis, Erythranthe, Eryngium* y *Veronica*. Estos humedales (ciénegas) de bosques templados albergan un buen número de especies acuáticas o subacuáticas endémicas a la Sierra Madre Occidental, como: *Carex durangensis, Commelina socorrogonzaleziae, Jaegeria* spp., *Olivaea leptocarpa, Senecio billieturneri, Sisyrinchium cholewae* y *Trichocoryne connata*.

Otro tipo de plantas emergentes son los carrizos (*Arundo donax*), una invasora africana que a diferencia de los tules causa daño al ecosistema ya que desplaza a las especies nativas. Llegan a formar colonias densas a la orilla de ríos y estanques entre los 1050 y 1900 m de elevación en el oriente y centro de Durango, y hasta a menos de 300 m en la parte baja de las quebradas.

Acuáticas flotantes

Las acuáticas libres flotantes (sin órganos de fijación al sustrato) se desarrollan mejor en sistemas lénticos (sin

corriente o donde la corriente es lenta). Destaca el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), libre flotadora que se ve favorecida por la perturbación del medio; se reproduce rápidamente y cubre grandes extensiones en algunas presas y estanques cercanos a la ciudad de Durango. En la región de las Quebradas en algunos años se presenta pato (*Pistia stratiotes*).

Las lentejillas de agua (*Lemna* spp.) y *Azolla microphylla*; son plantas flotantes muy pequeñas pero que llegan a cubrir por completo la superficie, a veces favorecidas por el disturbio. Esta última forma una cubierta roja sobre la superficie del agua y pertenece al grupo de los helechos.

Entre las acuáticas con hojas flotantes pero con raíz arraigada al fondo están las ninfas (*Nymphaea gracilis* y *N. odorata*) (figura 2), *Nymphoides fallax* en la Sierra, en lugares poco contaminados, y el trébol de agua (*Marsilea* spp.), esta última del grupo de los helechos.

Acuáticas sumergidas

Entre las plantas que normalmente se mantienen por debajo de la superficie del agua, enraizadas, están varias especies de *Myriophyllum* y de *Potamogeton*, así como *Najas guadalupensis, N. marina, Elatine brachysperma, Ranunculus trichophyllus, Sagittaria demersa* y *Zannichellia palustris*. Dos especies de *Ceratophyllum* se comportan como sumergidas libres. Un alga de agua dulce (*Chara* spp.) es común en sitios con algún grado de perturbación.

Vegetación riparia leñosa

La vegetación riparia o de ribera es la que se desarrolla en la zona de contacto entre el sistema acuático y el terrestre, a la orilla de corrientes y cuerpos de agua. Son comunes las subacuáticas emergentes, ya sea herbáceas o leñosas. Entre las leñosas destacan los siguientes árboles y arbustos.

El mezquite (*Prosopis laevigata* y *P. odorata*) es el elemento ripario más importante a lo largo de las corrientes temporales de las partes más secas al este y noreste del estado, acompañado a veces por mimbre (*Chilopsis linearis*) y por retama (*Tecoma stans*). Sobre las dos únicas corrientes permanentes del oriente del estado, los ríos Nazas y Aguanaval, al igual que a lo largo de las corrientes permanentes y semipermanentes del centro, destaca el sabino (*Taxodium mucronatum*), también llamado ahuehuete, que es el árbol nacional de México, así como los sauces (principalmente *Salix bonplandiana*) y los álamos (*Populus fremontii* subsp. *mesetae*) (figura 3). En sitios abiertos inundables del valle del Guadiana los sauces forman un bosque abierto (ahora casi desaparecido debido a desecación del área y a cultivos al sureste de la ciudad de Durango). Sobre corrientes temporales en el centro y norte del estado predomina el mezquite (*Prosopis laevigata*). El elemento arbustivo más abundante a lo largo de ríos y arroyos es la jarilla (*Baccharis salicifolia*).

En la región de la Sierra (clima templado), los árboles riparios dominantes son cedros (*Cupressus lusitanica*), fresnos (*Fraxinus*), sauces (*Salix*) y álamo temblón (*Populus tremuloides*), así como elementos del bosque circundante: especies de pinos (*Pinus*) y encinos (*Quercus*). En cañadas o laderas muy húmedas se presentan también pinabetes (*Abies durangensis, Pseudotsuga menziesii* y *Picea chihuahuana*). En arroyos de las áreas más bajas y secas de la sierra se desarrollan varias especies de encinos (*Quercus emoryi, Q. eduardii, Q. chihuahuensis, Q. oblongifolia*) y pino real (*P. engelmannii*). Los arbustos riparios más comunes en la sierra son especies de sauces (*Salix*).

En la región de las Quebradas, al occidente del estado, con clima tropical, destacan los tescalames (*Ficus* spp.), pochote (*Ceiba aesculifolia*) y arrayanes o guayabos (*Psidium* spp.). El ramón (*Brosimum alicastrum*) y *Cupania dentata* son escasos y se restringen a sitios con mayor humedad ambiental. A orillas del río Tamazula, en bosque espinoso, los arbustos más comunes son *Ambrosia monogyra* y *Tamarix pentandra* (planta introducida naturalizada). *Morella cerifera* es un arbusto que crece a orilla de ciénegas en bosque tropical caducifolio. Un álamo escaso, muy grande, es *Populus mexicana* subsp. *dimorpha*. En áreas perturbadas, *Dodonaea viscosa* se comporta como riparia.

Principales amenazas

Las plantas que habitan ambientes acuáticos son particularmente sensibles a las alteraciones causadas por el ser humano a su entorno (González-Elizondo *et al.* 2007). La desecación intencional de lagos, ciénegas y manantiales, la manipulación de corrientes, el entubamiento de cauces de ríos y arroyos, el uso de grandes volúmenes de agua, la contaminación y otras actividades humanas están deteriorando los hábitats de las plantas asociadas a la presencia de agua, reduciéndolos o eliminándolos (Rzedowski 1978). Esto trae consigo la desaparición de algunos organismos, en ocasiones el incremento de otros como ocurre con las plantas invasoras, o en el peor de los casos la pérdida completa del ecosistema.

Figura 2. Ninfas, tulillos y lentejilla (*Nymphaea gracilis, Eleocharis, Lemna*). Humedal de Málaga.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 3. Vegetación riparia (sabinos) a la orilla del río Tunal.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 4. Lirio acuático, especie invasora cubriendo la superficie del río.
Foto: *Martha González Elizondo.*

La degradación de los ecosistemas acuáticos altera los procesos ecológicos locales y afecta la dinámica poblacional de aves migratorias. La eutroficación de los cuerpos y corrientes de agua, debido a la contaminación por fertilizantes o por desechos agrícolas o humanos, altera el equilibrio de los ecosistemas y da lugar al desarrollo incontrolado de malezas acuáticas, algas y bacterias. En algunos casos, la falta de oxigenación lleva a la desaparición de los organismos que originalmente se desarrollaban en ese ecosistema, y ocasionalmente las algas y bacterias producen toxinas que afectan a plantas y animales. La disminución de peces y crustáceos repercute en disminución de las poblaciones de aves.

Los cambios en ecosistemas acuáticos son particularmente notables en el humedal de Málaga, un complejo de humedales ubicado al norte y oriente de la ciudad de Durango. Éste es de gran importancia en el valle del Guadiana como regulador de los regímenes hidrológicos, así como en la laguna de Santiaguillo, cuyos niveles de agua se han reducido más allá de las fluctuaciones cíclicas a las que están sometidos esos ecosistemas. Ambos sitios son importantes también por ser lugar de anidación de aves acuáticas nativas y migratorias. En la laguna de Santiaguillo, cuyo vaso inferior ha permanecido seco por largos periodos debido a las sequías y al uso intensivo que se ha dado al agua en la región, la zona que anteriormente estaba ocupada por vegetación acuática está cubierta en la actualidad por pastizales halófilos sobrepastoreados. En época de secas la zona es origen de tolvaneras, debido a la escasa cubierta vegetal.

Malezas acuáticas y subacuáticas

En humedales con disturbio, contaminación o desequilibrios en su dinámica, puede propiciarse la proliferación de algunas plantas que afectan a su vez el equilibrio del sistema. Algunas de estas plantas reducen la capacidad de conducción de canales y drenes, incrementan las pérdidas de agua por evapotranspiración, favorecen la proliferación de mosquitos y obstruyen la entrada de luz y de oxígeno, impidiendo el desarrollo de peces y de otras plantas. González Elizondo *et al.* (2009) registran a las siguientes plantas como invasoras:

Flotantes

El lirio acuático o jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) es la especie más agresiva; cubre la superficie de algunos cuerpos y corrientes de agua en varios sitios en la región de los Valles, ocasionando obstrucción de corrientes de agua e impidiendo el paso de luz y oxígeno

Figura 5. Carrizo (*Arundo donax*) detrás de tular (*Typha domingensis*) en la presa Santiago Bayacora.
Foto: *Sergio Alonso Heynes Silerio.*

hacia el interior (figura 4). Las lentejillas de agua (*Lemna* spp.) ocasionalmente llegan a cubrir la superficie de espejos de agua estancada, reduciendo la entrada de luz.

Sumergidas

Tanto en la región de la Sierra como en los Valles y la zona semiárida algunos cuerpos de agua presentan infestación de *Myriophyllum* spp. Para el municipio de Vicente Guerrero, Ramírez-Noya (1999) registra 11 especies de angiospermas acuáticas y menciona a *Zannichella palustris,* como planta abundante en canales que abastecen las áreas agrícolas de riego. Esta especie se comporta como maleza que obstruye la fluidez del agua, por lo que anualmente se suspende el riego por algunas semanas para hacer limpieza manual o mecánica.

Emergentes

El carrizo (*Arundo donax*) es una gramínea invasora muy agresiva, procedente de África. Forma colonias densas a lo largo de ríos y a orilla de estanques, desplazando a las especies nativas (figura 5).

Leñosas riparias

El pino salado (*Tamarix ramosissima*) se está convirtiendo en el arbusto dominante a lo largo de algunas corrientes en el extremo occidental del estado, por ejemplo la parte baja del río Tamazula.

SITIOS RAMSAR Y OTROS HUMEDALES DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN

Ramsar, la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, reconoce como humedales a pantanos, turberas, llanuras inundables, ríos, lagos, arrecifes de coral y algunas áreas marinas, así como a humedales artificiales incluyendo estanques de aguas residuales y embalses (Secretaría de la Convención Ramsar 2013). Su lista incluye 2 187 humedales de importancia internacional, de los cuales 142 se localizan en México, con aproximadamente 8 833 752 ha (Secretaría de la Convención Ramsar 2014). De los 142, únicamente dos se localizan en Durango: la laguna de Santiaguillo (sitio Ramsar 2046), considerada como uno de los 30 humedales más importantes en Norteamérica y ubicada en la región de los Valles; y el Parque Estatal «Cañón de Fernández» (sitio Ramsar 1747), en la zona semiárida. Adicionalmente, se promueve la inclusión del humedal de Málaga, de gran importancia ambiental, para ser decretado como sitio Ramsar.

De la Fuente y Carrera (2003) registran 28 834.9 ha de humedales para el estado, de los cuales 12 se consi-

deran como prioritarios para el ganso del ártico (*Chen caerulescens*): laguna de Santiaguillo, presa Villa Hidalgo, presa San Gabriel, presa San Bartolo, laguna Refugio Salcido, laguna El Pilar de Zaragoza, presa Peña del Águila, laguna Padre Peyro, bordo Paco Peña, presa Lázaro Cárdenas, presa Francisco Villa y ciénegas de Málaga. Entre éstos destacan dos humedales naturales: la laguna de Santiaguillo, con una extensión de 10 981 ha, y las ciénegas de Málaga, de unas 106 ha.

En la región de la Sierra también es posible encontrar humedales de tamaño considerablemente menor a los antes mencionados, que contribuyen de manera importante en el mantenimiento de la biodiversidad de la región. En un estudio realizado en diversos humedales de la Sierra Madre Occidental se registraron 117 especies de plantas acuáticas y subacuáticas, 11 de ellas con una distribución muy restringida, que representan a cerca de 50% de las especies conocidas en el estado (Heynes 2014).

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Los humedales son ecosistemas que influyen de manera importante en el bienestar de todos los seres vivos. Su buen funcionamiento está influenciado en gran medida por la vegetación acuática y subacuática que interviene en muchos de los procesos químicos, físicos y biológicos que en ellos ocurren. La vegetación favorece los procesos de captación, almacenamiento y calidad del agua, proporciona hábitat y alimento para la fauna y reduce la vulnerabilidad ante desastres naturales. A pesar de esto, este grupo de plantas representa una de las comunidades vegetales menos conocidas. Se requiere contar con inventarios actualizados y sólidos de los componentes de la vegetación y la flora acuática y subacuática, debido a que el conocimiento de éstas es fundamental para establecer programas de manejo adecuado de los cuerpos y corrientes de agua.

Los humedales se encuentran severamente amenazados por el uso inadecuado de los recursos naturales, y las comunidades acuáticas y subacuáticas son particularmente susceptibles a los desequilibrios ecológicos causados por el hombre, tanto de forma directa como indirecta.

Con el fin de proteger en lo posible los ecosistemas acuáticos y, los servicios derivados de éstos, además de evitar al mismo tiempo los altos costos de restauración de ecosistemas y los de restauración a infraestructura en caso de inundaciones, es de primordial importancia evitar los cambios de uso de suelo en humedales. En caso de que se lleven a cabo obras o actividades, se requiere cumplir a cabalidad las recomendaciones derivadas de los ordenamientos y de las manifestaciones de impacto ambiental correspondientes, permitiendo que se mantenga el libre flujo del agua mediante puentes y alcantarillas en número y dimensiones suficientes.

De igual manera, debido al efecto que tienen las plantas invasoras en los sistemas de abastecimiento de agua y en la biodiversidad, se recomienda tomar medidas de precaución en los sitios en los que se ha detectado la presencia de especies invasoras para evitar su dispersión y la pérdida de especies nativas.

REFERENCIAS

Berlanga-Robles, C.A., A. Ruiz-Luna y G. de la Lanza-Espino. 2008. Esquema de clasificación de los humedales de México. *Investigaciones Geográficas* 66:25-46.

Carrera-González, E. y G. de la Fuente de León. 2003. *Inventario y clasificación de humedales en México*, Parte I. Ducks Unlimited, Inc. México.

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2012. Inventario nacional de humedales. En: <*http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=45&n3=179&n4=129&n5=129*>, última consulta: 17 de agosto de 2014.

Cowardin, L.M., V. Carter, F.C. Golet y E.T. LaRoe. 1979. *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States*. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Washington.

Daily, G. 2001. Putting ecosystem service theory into practice. Center for Conservation Biology. *Update* 13(1):1-2.

De la Fuente, G. y E. Carrera. 2003. Identificación, clasificación y protección de los humedales de importancia para el ganso ártico en México. Informe final. Ducks Unlimited de México, A.C. Garza García.

DUMAC. Ducks Unlimited de México A.C. 2003. Esquema de clasificación de humedales en México y de las tierras altas asociadas. En: <*http://www.dumac.org/dumac/habitat/esp/proyectos02b.htm*>, última consulta: 26 de julio de 2014.

EPA. United States Environmental Protection Agency. 2002. Methods for evaluating wetland condition #10: Using Vegetation to Assess Environmental Conditions in Wetlands. En: <*http://www2.epa.gov/sites/production/files/documents/wetlands_10vegetation.pdf*>, última consulta: 29 de julio de 2014.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango*. Plaza y Valdés Editores/IPN. México.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, J.A. Tena-Flores *et al.* 2009. Durango: detection of invasive alien plants (chapter 12). En: *Invasive plants on the move: controlling them in North America*. T.R. Van Devender, F.J. Espinosa García, B.L. Harper Lore y T. Hubbard (eds.). Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, pp. 137-155.

Heynes, S.A. 2014. *Estructura y diversidad de vegetación de humedales de tres zonas ecológicas de la Sierra Madre Occidental, México.* Tesis de maestría en Ciencias en Gestión Ambiental. CIIDIR-IPN Durango.

Lot, A. y A. Novelo. 1990. Forested wetlands of Mexico. En: *Forest wetlands. Encyclopedia Ecosystems of the World.* Tomo 15. A. E. Lugo, M. Brinson y S. Brown (eds.). Elsevier, Amsterdam, pp. 287-298.

— 2004. *Iconografía y estudio de plantas acuáticas de la ciudad de México y sus alrededores.* UNAM, Instituto de Biología. México.

Lot, A., A. Novelo y P. Ramírez García. 1993. Diversity of mexican aquatic vascular plant flora. En: *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution.* T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Oxford University Press, pp. 577-591.

Lot, A., R. Medina Lemos y F. Chiang (eds.). 2013. *Plantas acuáticas mexicanas: una contribución a la flora de México.* UNAM, México.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 28:29-179.

Moore, P.D. 2006. *Biomes of the Earth: Wetlands.* Chelsea House Publishers. Nueva York.

Olmsted, I. 1993. Wetlands of Mexico. En: *Wetlands of the world I: inventory, ecology and management.* Handbook of vegetation science. D.F. Whigham, D. Dykyjová y S. Hejnÿ (eds.). Kluwerr Academic Publishers, Netherlands, pp. 637-678.

Ramírez-Noya, D. 1999. Contribución al conocimiento de las angiospermas acuáticas de Vicente Guerrero, Durango, México. *Interciencia* 1(2):16-19.

Ramsar y CONANP. 2014. Política Nacional de Humedales. En: *<http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/PNH_Consulta.pdf>*, última consulta: 6 de julio de 2014.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México.* Editorial Limusa. México.

SARH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1992. Ley de Aguas Nacionales. Publicada el 1 de diciembre de 1992 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 11 de agosto de 2014.

Secretaría de la Convención Ramsar. 2012. Servicios de los ecosistemas de humedales. Carpetas Informativas Ramsar. En: *<http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/services_00_s.pdf>*, última consulta: 30 de marzo de 2016.

Secretaría de la Convención Ramsar. 2013. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 6a. edición.

Secretaría de la Convención Ramsar. 2014. La lista Ramsar de humedales de importancia internacional. La lista de Ramsar básica. En: *<http://archive.ramsar.org/pdf/sitelist.pdf>*, última consulta: 30 de marzo de 2016.

Thiébaut, G. 2009. Macrophytes as indicators of the quality and ecological status of waterbodies and for use in removing nutrients and metals. En: *Aquatic ecosystem research trends.* G.H. Nairne (ed.). Nova Science Publishers, Inc. Nueva York, pp. 1-23.

Vegetación de cimas

M. Socorro González Elizondo • Lizeth Ruacho González • Martha González Elizondo • Irma Lorena López Enríquez

INTRODUCCIÓN

Las partes altas de las montañas representan con frecuencia islas biogeográficas que albergan a especies endémicas, por lo que es importante conocer su flora y su vegetación (McDonald 1993, Giménez *et al.* 2003, Pauli *et al.* 2003, Villar y Benito-Alonso 2003). Su riqueza y diversidad florística están determinadas por factores climáticos y edáficos y varían dependiendo de los factores que determinan su microclima, por ejemplo su ubicación geográfica y la conformación de la cima (Nagy y Grabherr 2009). Su conocimiento es importante ya que este tipo de sitios son de las primeras zonas terrestres donde pueden detectarse los efectos del cambio climático (Villar y Benito-Alonso 2003).

Las cimas de mayor elevación en Durango son el cerro Gordo (3347 msnm, Pueblo Nuevo), cerro Barajas (3310 msnm, Guanaceví), cerro Huehuento (3262 msnm, San Dimas) y cerro de Las Antenas en la sierra El Epazote (3224 msnm, Canatlán), todas dentro de la Sierra Madre Occidental (SMO), cadena montañosa donde varios otros picos superan los 3000 msnm (González-Elizondo *et al.* 2012). En la región de los Valles, al oriente de la SMO, el pico más alto es la sierra de Gamón, isla ecológica que alcanza los 3010 msnm, mientras que en la zona oriental o zona árida la mayor prominencia (2809 msnm) se localiza en la sierra El Rosario.

VEGETACIÓN DE CIMAS EN DURANGO

Se describe la vegetación de cinco áreas cimeras, incluyendo los tres picos más elevados de la Sierra Madre Occidental en Durango, la cima más alta de la región de los Valles y la más alta de la zona árida (cuadro 1).

Cada una de esta cimas es una isla biogeográfica, ya que son muy pocas las especies que se comparten entre ellas. Ruacho-González *et al.* (2013) encontraron que de un total de 175 especies de plantas registradas para tres de los picos más altos de la SMO (cerro Gordo, Huehuento y las Antenas), únicamente dos se comparten entre los tres. También McDonald *et al.* (2011) reportan un bajo índice de similitud entre la flora de la cima del cerro Mohinora y otros picos de México y el sur de Estados Unidos, lo que revela el largo aislamiento de esas comunidades vegetales. Las principales especies de plantas en estas cimas se enlistan en el cuadro 2.

SIERRA EL ROSARIO (ZONA ÁRIDA)

Esta isla montañosa rodeada de matorrral xerófilo en el extremo oriental de Durango representa, junto con la sierra El Sarnoso, el extremo de una larga rama de la Sierra Madre Oriental que atraviesa hacia el occidente el Desierto Chihuahuense. A diferencia de las otras elevaciones de Durango, que son de origen ígneo, El Rosario es de roca sedimentaria, principalmente caliza. Aunque en cañadas y laderas protegidas alberga manchones de bosque de *Quercus*, su cima está dominada por matorral xerófilo de palma samandoca (*Yucca carnerosana*) y noa (*Agave gentryi*) combinados con chaparral de *Quercus* y de rosáceas (figuras 1 y 2), sotol (*Dasylirion* sp.) y *Nolina micrantha*. Estos son elementos de la Sierra Madre Oriental y de sierras aisladas del Altiplano norte. Una parte de la cima de El Rosario presenta fuerte disturbio debido a remoción de suelo y a materiales y baterías abandonadas de las antenas instaladas en el sitio (figura 3).

SIERRA DE GAMÓN (REGIÓN DE LOS VALLES)

La sierra de Gamón presenta en la parte alta y media chaparrales de *Arctostaphylos pungens*, *Garrya wrightii* y *Quercus*, con bosques bajos abiertos de *Pinus cembroides*, *P. discolor* y *Quercus* en áreas con menor insolación (figuras 4-6). Una cañada cerca de la cima, en la vertiente oriental, alberga bosque de coníferas (*Pinus* y *Cupresus*) con *Quercus* (figura 7). Al igual que en El Rosario, la cima de Gamón está afectada por remanentes metálicos y baterías de las instalaciones de telecomunicaciones ubicadas ahí.

González-Elizondo, M.S., L. Ruacho-González, M. González-Elizondo e I.L. López-Enríquez. 2017. Vegetación de cimas. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 259-268.

Cuadro 1. Localización, elevación y tipo de vegetación de las cimas más altas de las regiones Árida y Semiárida, los Valles y la Sierra

Localización	Ecorregión	Municipio	Coordenadas	Elevación (msnm)	Tipo de vegetación
Sierra El Rosario	Árida y Semiárida	Lerdo y Mapimí	25°38'44" N 103°54'30" O	2809	Matorral xerófilo
Sierra de Gamón	Valles	Pánuco de Coronado	24°35'15" N 104°16'20" O	3010	Chaparral
Cerro Huehuento		San Dimas	24°04'31" N 105°44'24" O	3262	Herbáceas y arbustos
Cerro Barajas	Sierra	Guanaceví	26°23'30" N 106°05'00" O	3310	Bosque de pino
Cerro Gordo		Pueblo Nuevo	23°12'22" N 104°56'39" O	3347	Herbáceas y arbustos

Fuente: González-Elizondo *et al.* 2007, Ruacho-González *et al.* 2013.

Cuadro 2. Principales especies de plantas en las cimas montañosas de Durango

Cima	Nombre común	Nombre científico	Autores
Sierra El Rosario	Noa, noah	*Agave gentryi*	B. Ullrich
		Nolina micrantha	I.M. Johnst.
	Chaparrillo	*Quercus* spp.	
		Randia pringlei	A. Gray
	Palma samandoca	*Yucca carnerosana*	(Trel.) McKelvey
Sierra de Gamón	Maguey	*Agave* sp.	
	Madroño	*Arbutus arizonica*	(A. Gray) Sarg.
	Madroño	*Arbutus bicolor*	S. González, M. González et P. D. Sørensen
	Manzanita	*Arctostaphylos pungens*	Kunth in H.B.K.
		Ceanothus coeruleus	Lag.
	Cahuite, cedro	*Cupressus* aff. *lusitanica*	Mill.
	Táscate	*Juniperus* sp.	
	Biznaga	*Mammillaria heyderi*	Muehlenpf.
	Soyate	*Nolina* sp.	
	Piñonero	*Pinus cembroides*	Zucc.
	Piñonero	*Pinus discolor*	Bailey & Hawksw.
	Encino	*Quercus crassifolia*	Humb. & Bonpl.
	Encino	*Quercus rugosa*	Née

Cuadro 2. Continuación

Cima	Nombre común	Nombre científico	Autores
Cerro Huehuento		*Arracacia tolucensis*	Hemsl.
	Zacate	*Bromus carinatus*	Hook. & Arn.
		Claytonia perfoliata	Donn ex Willd.
		Draba implexa	Rollins
		Galinsoga parviflora	Cav.
		Galinsoga semicalva	(A. Gray) H.St. John & D. White
		Galinsoga subdiscoidea	Cronquist
		Heuchera orizabensis	Hemsl.
		Holodiscus dumosus	(Nutt.) A. Heller
		Jaegeria hirta	(Lag.) Less.
		Juniperus blancoi	Martínez
		Micranthes mexicana	(Engl. & Irmsch.) Brouillet & Gornall
		Muhlenbergia filiculmis	Vasey
		Muhlenbergia ramulosa	(Kunth in H.B.K.) Swallen
		Oxalis alpina	(Rose) Knuth
		Packera toluccana	(DC.) W.A. Weber & Á. Löve
		Paspalum prostratum	Scribn. & Merr.
		Phacelia sp.	
		Primula rusbyi	Greene
		Sedum stelliforme	S. Watson
		Tradescantia maysillesii	Matuda
		Vulpia microstachys	(Nutt.) Munro ex Benth.
Cerro Barajas	Maguey	*Agave parryi*	Engelm.
		Allium glandulosum	Link & Otto
	Madroño	*Arbutus bicolor*	S. González, M. González et P.D. Sørensen
		Ceanothus sp.	
	Táscate	*Juniperus durangensis*	Martínez
	Balcarrote	*Pinus cooperi*	C.E. Blanco
	Cahuite	*Pseudotsuga menziesii*	(Mirb.) Franco
		Sedum sp.	

Cuadro 2. Continuación

Cima	Nombre común	Nombre científico	Autores
Cerro Gordo		*Alchemilla sibbaldiaefolia*	Kunth in H.B.K.
		Arracacia atropurpurea	(Lehm.) Benth.
		Astragalus ervoides	Hook. & Arn.
	Zacate	*Blepharoneuron tricholepis*	(Torr.) Nash
	Zacate	*Brachypodium mexicanum*	(Roem. & Schult.) Link
	Zacate	*Bromus carinatus*	Hook. & Arn.
	Zacate	*Bromus richardsonii*	Link
		Cerastium madrense	S. Watson
		Claytonia perfoliata	Donn ex Willd.
		Dalea thouinii	Schrank
		Erigeron neomexicanus	A. Gray
	Zacate	*Festuca rosei*	Piper
		Galinsoga quadriradiata	Ruiz & Pav.
		Galinsoga subdiscoidea	Cronquist
		Heuchera mexicana	Rydb.
		Hieracium dysonymum	S.F. Blake
		Holodiscus dumosus	(Nutt.) A. Heller
		Juniperus blancoi	Martínez
		Malaxis porphyrea	(Ridl.) Kuntze
		Muhlenbergia crispiseta	Hitchc.
		Oxalis alpina	(Rose) Knuth
		Peperomia campylotropa	A.W. Hill.
	Pino	*Pinus rudis*	Endl.
		Primula rusbyi	Greene
		Sedum vinicolor	S. Watson
		Sisyrinchium arizonicum	Rothr.
		Symphoricarpos microphyllus	Kunth in H.B.K.
		Trisetum viride	(Kunth in H.B.K.) Kunth

Fuente: González-Elizondo *et al.* 2007, Ruacho-González 2011 y Ruacho-González *et al.* 2013.

Figura 1. Cima de la sierra El Rosario.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 2. Noa (*Agave gentryi*) y palma samandoca (*Yucca carnerosana*) en la cima de El Rosario.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 3. Disturbio en la cima de la sierra El Rosario.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 4. Cima de la sierra de Gamón. En primer plano, chaparral de manzanita (*Arctostaphylos pungens*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 5. Cerro Los Altares, cima de la sierra de Gamón. En primer plano, chaparral de encino (*Quercus* spp.).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

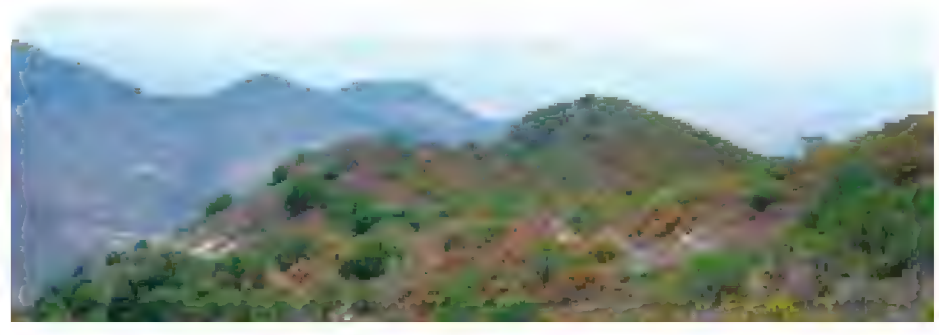


Figura 6. Sierra de Gamón. Bosque bajo abierto de piñonero (*Pinus cembroides* y *P. discolor*) y chaparral de *Arctostaphylos* y *Garrya*.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 7. Bosque de coníferas (*Cupressus* y *Pinus*) en cañada protegida, cerca de la cima de Gamón.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 8. Prominencia rocosa sin árboles en la cima del cerro Huehuento.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 9. Comunidad de herbáceas y del arbusto postrado *Juniperus blancoi* var. *huehuentensis.*
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 10. Cahuites (*Pseudotsuga menziesii*) y pinos (*Pinus*) creciendo muy cerca de la cima del cerro Huehuento.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

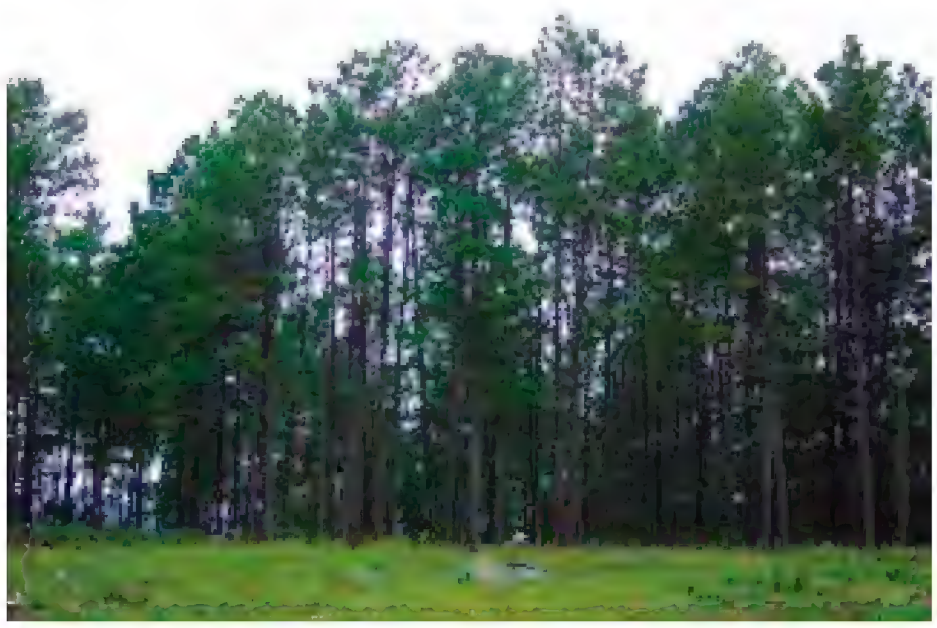


Figura 11. Bosque de pino (*Pinus cooperi*) en la parte alta del cerro Barajas.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 12. Chaparral secundario de manzanita (*Arctostaphylos pungens*) en laderas altas del cerro Barajas que han sido afectadas por incendios.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

CERRO HUEHUENTO

La cumbre del Huehuento es una prominencia rocosa expuesta a vientos desecantes (figura 8), por lo que su vegetación está reducida a plantas herbáceas enanas (*Draba implexa, Micranthes mexicana* y varias especies de *Sedum, Galinsoga* y *Muhlenbergia*); hay además líquenes, musgos y un arbusto postrado (*Juniperus blancoi* var. *huehuentensis*), característicos de comunidades subalpinas (figura 9). *Juniperus blancoi* var. *huehuentensis* fue descrito (Adams *et al.* 2006) para el Huehuento y posteriormente registrado para el cerro Gordo y para el Mohinora en Chihuahua. Otros arbustos de las cimas de la SMO son *Holodiscus dumosus* y *Ribes* sp.

Aunque en Durango no existen comunidades de vegetación alpina, tanto en la cima del Huehuento como en la del cerro Gordo, hay comunidades de herbáceas y arbustos postrados de tipo subalpino. Protegidas entre los arbustos hay otras herbáceas de afinidades boreales (hacia el norte) como *Heuchera, Packera, Primula* y *Saxifraga*. Tanto en el caso del Huehuento como en el cerro Gordo, la falta de árboles está determinada por la falta de suelo y por el efecto de los vientos desecantes más que por las bajas temperaturas (González-Elizondo *et al.* 2007, Ruacho-González *et al.* 2013), pero muy cerca de la cima, en sitios protegidos del viento, se desarrollan algunos árboles como el cahuite (*Pseudotsuga menziesii*), cedro (*Juniperus deppeana* var. *robusta*) y pinos (*Pinus*) (figura 10).

CERRO BARAJAS

Aunque Barajas se encuentra más al norte que el cerro Huehuento y es ligeramente más alto que éste (3 310 *vs.* 3 262 msnm), en su parte más alta se localiza un bosque bien desarrollado de pino (*Pinus cooperi*) (figura 11). Esto se explica por la topografía de Barajas, con un área plana en la cumbre que ha permitido la formación y retención de suelo, además de que la localización aislada del Huehuento hace que su cima se vea afectada por vientos desecantes de gran velocidad (González-Elizondo *et al.* 2007). Otros elementos del bosque de pino en la cumbre de Barajas son el madroño (*Arbutus bicolor*) y los táscates (*Juniperus deppeana* y *J. durangensis*). En sitios rocosos hay maguey (*Agave parryi*) y en la cañadita cerca de la cima hay cahuite (*Pseudotsuga menziezii*) y álamo temblón (*Populus tremuloides*). Los sitios afectados por incendios con frecuencia presentan chaparral secundario de manzanita (figura 12).

CERRO GORDO

El cerro Gordo es la mayor elevación en Durango y en toda la Sierra Madre Occidental. Por presentar fuerte afloramiento rocoso, prevalece una comunidad de herbáceas y de arbustos, incluyendo a *Holodiscus dumosus* y al táscate (*Juniperus blancoi* var. *huehuentensis*). Sin embargo, el bosque de pino (*Pinus rudis*) llega hasta muy cerca de la cima y unos pocos árboles alcanzan ésta (figuras 13, 14 y 15). Varias de las herbáceas son similares a las encontradas en el cerro Huehuento (cuadro 2), y *Bromus richardsonii* se ha hallado sólo en el cerro Gordo (Ruacho-González *et al.* 2013). El cerro Gordo es uno de los sitios sagrados de la cultura huichola, y en su cumbre se localiza un altar (figura 16).

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Las comunidades vegetales de las partes altas de los cerros son de importancia estratégica para la generación y conservación de los suelos, y para la filtración y captación de agua. Además, estos sitios son ecológicamente importantes por ser sensibles en particular al disturbio y al cambio climático, de manera que son de las primeras zonas terrestres donde pueden detectarse los efectos de dicho cambio. El inventario de sus componentes es una base de información que puede servir para futuros monitoreos de la flora de cimas.

Figura 13. Panorámica del cerro Gordo, la mayor elevación de la Sierra Madre Occidental.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

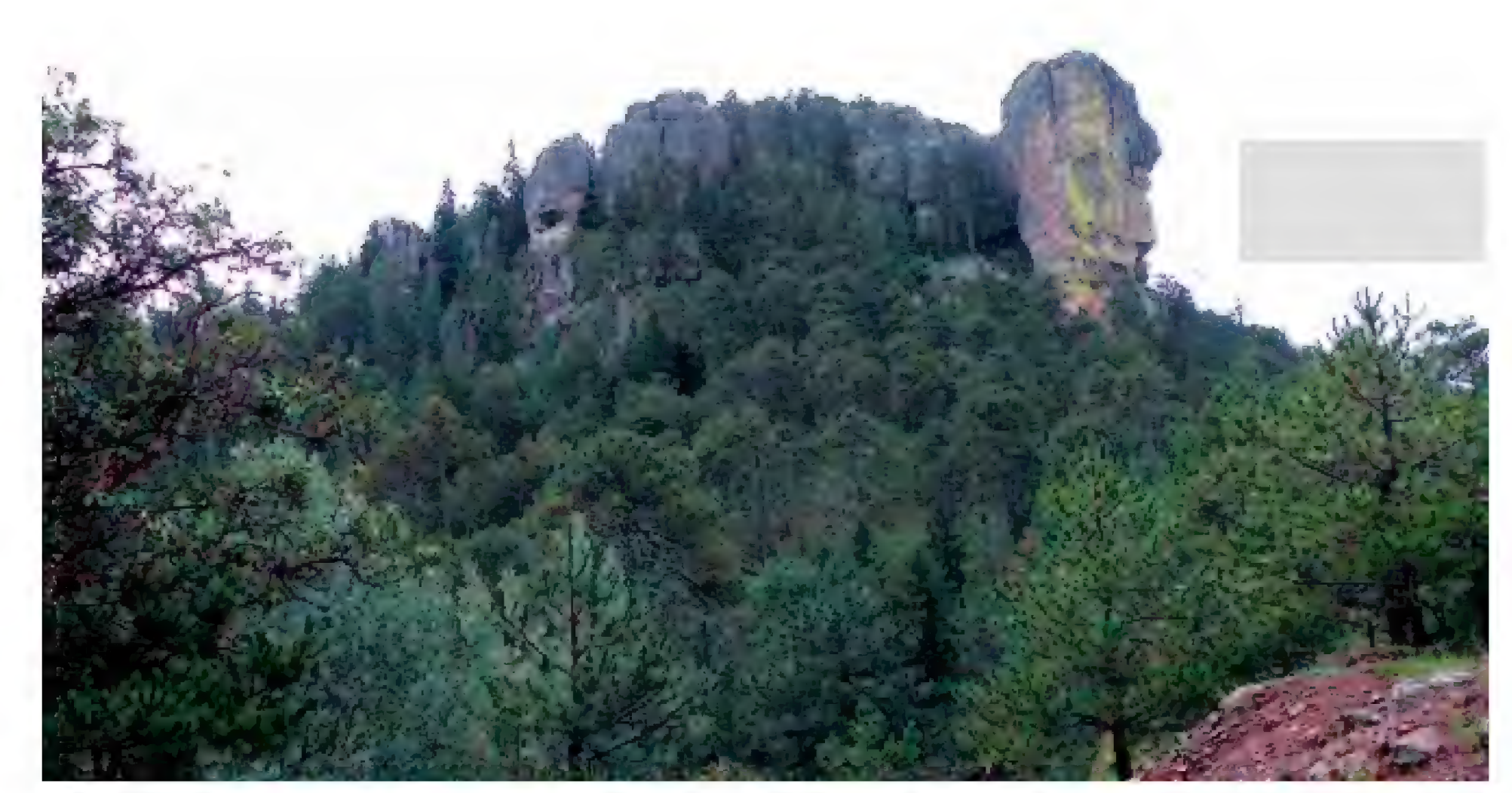


Figura 14. Afloramientos rocosos en la cima del cerro Gordo.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

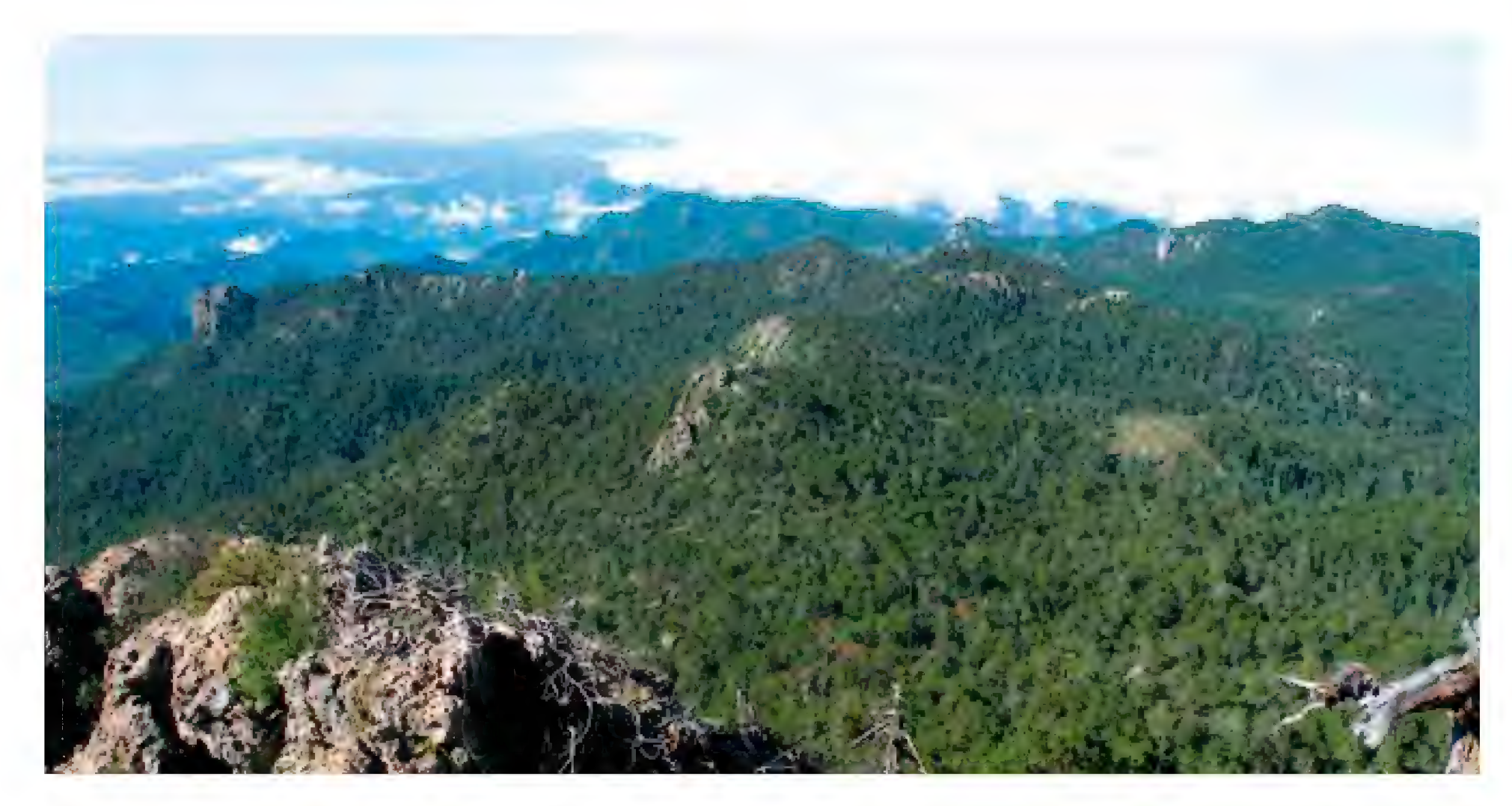


Figura 15. Vista desde el cerro Gordo hacia la quebrada del río San Pedro-Mezquital, profundo corte de la SMO que representa el límite norte o sur para muchas especies.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 16. Altar huichol en la cima del cerro Gordo.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

REFERENCIAS

Adams, R.P., M.S. González-Elizondo, M. González-Elizondo y E. Slinkman. 2006. DNA fingerprinting and terpenoid analysis of *Juniperus blancoi* var. *huehuentensis* (Cupressaceae), a new subalpine variety from Durango, Mexico. *Biochemical Systematics and Ecology* 34(3):205-211.

Giménez, J., M.I. Ramírez y M. Pinto. 2003. Las comunidades vegetales de la sierra de Angangueo (estados de Michoacán y México, México): clasificación, composición y distribución. *Lazaroa* 24:87-111.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés, México.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, J.A. Tena Flores *et al.* 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México. Una síntesis. *Acta Bot. Mex.* 100:351-403.

McDonald, J.A. 1993. Phytogeography and history of the alpine-subalpine flora of the northeastern Mexico. En: *Biological diversity of Mexico: origins and distribution.* T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), Oxford University Press, Nueva York, pp. 681-703.

McDonald, J.A., J. Martínez y G.L. Nesom. 2011. Alpine flora of cerro Mohinora, Chihuahua, Mexico. *J. Bot. Res. Inst. Texas* 5(2):701-705.

Nagy, L. y G. Grabherr. 2009. *The biology of alpine habitats.* Oxford University Press, Nueva York.

Pauli, H., M. Gottfried, D. Hohenwallner *et al.* 2003. Manual para el trabajo de campo del proyecto gloria. Iniciativa para la investigación y el seguimiento global de los ambientes alpinos, como contribución al sistema terrestre de observación global (GTOS). Universidad de Viena/Instituto Pirenaico de Ecología, Huesca.

Ruacho-González, L. 2011. *El elemento alpino en la vegetación de cimas de la Sierra Madre Occidental.* Tesis de maestría. CIIDIR-IPN. Durango.

Ruacho-González, L., M.S. González-Elizondo, M. González-Elizondo y C. López González. 2013. Diversidad florística en cimas de la Sierra Madre Occidental. *Botanical Sciences* 91(2):193-205.

Villar, L. y J.L. Benito-Alonso. 2003. La flora alpina de Europa y el cambio climático: El caso del Pirineo Central. VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre. España ante los compromisos del Protocolo de Kyoto: Sistemas naturales y cambio climático, pp. 92-105.

Diversidad de especies

1 Hongos

2 Plantas vasculares

3 Fauna silvestre

Resumen ejecutivo

Raúl Díaz Moreno, Martha González Elizondo, Raúl Muñíz Martínez

HONGOS

Los hongos en Durango se distribuyen mayormente en bosques templados de la Sierra Madre Occidental con 675 especies, siguiéndole las zonas agrícolas con 68 y, finalmente, las zonas desérticas con 15.

Con respecto a la importancia de los hongos, se observa la abundancia de dos grupos ecológicos de estos organismos: los micorrizógenos, con 254 especies y los xilófagos, con 271, de estos últimos, 78 son consideradas como patógenos de importancia forestal (*Heterobasidion annosum, Fomitopsis pinicola, F. cajanderi, Armillaria mellea*).

Los hongos micorrizógenos, son de importancia ecológica por su relación simbiótica con plantas de interés forestal y por el papel que tienen en la reforestación (*Gomphus floccosus, Clavariadelphus pistillaris, Albatrellus ellisii, Ramaria* sp, entre otros).

En cuanto a la importancia económica, tenemos a los hongos comestibles con 300 especies conocidas en México, de las cuales en Durango se tienen 133, lo que representa 44.3% de las especies conocidas en el país (*Amanita caesarea, Tricholoma magnivelare, Lactarius deliciosus, Boletus pinophilus, Morchella esculenta, Cantharellus cibarius, Hericium erinaceus*, entre otros).

En relación con las especies amenazadas en la región y que se encuentran en la NOM-059, encontramos a: *Amanita muscaria, Hygrophorus russula, Boletus edulis, Leccinum aurantiacum, Morchella elata* y *M. esculenta*, todas ellas amenazadas además de *Tricholoma magnivelare* y *Cantharellus cibarius* en protección especial; sin embargo. *Amanita caesarea* es la especie más consumida en el estado y no aparece en la NOM.

Finalmente, en el estado se registran 23 especies de hongos que se utilizan como medicinales en países orientales principalmente, y de las que actualmente se están tratando de aprovechar sus propiedades inmunoestimuladoras, antitumorales y para bajar el colesterol en la sangre, entre otras, (p.e. *Ganoderma lucidum, Pycnoporus sanguineus, Schizophyllum commune, Trametes versicolor).*

Del total de especies de Durango tenemos representados a los *phylla* Ascomycota con 101 especies y Basidiomycota con 656, siendo este último grupo taxonómico el más abundante para la región; adicionalmente, se registran tres especies de la clase Myxogastrea, que no corresponden al reino Fungi pero han sido tradicionalmente estudiados como hongos (cuadro 1). De las 757 especies conocidas para Durango en el presente trabajo, 228 se registran por primera vez para la región, cifra equivalente a 30%, lo que nos muestra la gran diversidad que tiene esta región y a su vez lo mucho que falta por estudiarse.

PLANTAS VASCULARES

Por sus relaciones evolutivas las plantas vasculares se clasifican en varios grupos y subgrupos naturales; sin

Díaz-Moreno, R., M. González-Elizondo y R. Muñíz-Martínez. 2016. Resumen ejecutivo. Diversidad de especies. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 271-274.

embargo, con fines prácticos en esta sección se dividen en: Pteridophyta y plantas afines (helechos, equisetos, licopodios, hepáticas) y Espermatofitas (plantas con semilla); éstas a su vez se han diferenciado en gimnospermas (Pinophyta y otras) y angiospermas (Liliopsida y Magnoliopsida). En Durango, al igual que en la flora mundial, las angiospermas son las más abundantes (89% de las familias y 95% de géneros y de especies), las Pteridophytas y plantas afines representan menos de 9% de las familias y menos de 4% de los géneros y las gimnospermas son el grupo menos diverso.

Una sinopsis general del conocimiento sobre las plantas vasculares de Durango indica la presencia de 4 633 especies agrupadas en 196 familias y 1 167 géneros (cuadro 1), lo que representa casi 20% de las especies y 42% de los géneros estimados para la flora de México. La Sierra Madre Occidental alberga 51% de las especies; la región Árida y Semiárida 24%, las Quebradas (vegetación tropical), 13%; aproximadamente 11% se distribuyen en ecosistemas intermedios o en más de un ecosistema; y 1% son plantas escapadas de cultivo y naturalizadas. En contraste con la alta diversidad, el porcentaje de endemismo estricto en la flora de Durango es bajo (2.7%) debido a su situación biogeográfica intermedia; este porcentaje se incrementa hasta alrededor de 10% si en lugar de considerar los límites políticos se consideran los límites ecológicos incluyendo las especies cuya distribución se restringe al territorio del estado y áreas aledañas.

En esta sección se abordan aspectos sobre la importancia ecológica, económica y cultural de las plantas; su estado de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (81 especies) y la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (271 especies).

Se destaca la importancia de las Pinophytas y plantas afines, las cuales, aunque en términos de cantidad de especies (43) representan poco menos de 1% de la flora estatal, incluyen casi dos terceras partes de los géneros y una tercera parte de las especies registradas para México y constituyen los elementos dominantes de los bosques templados de la entidad, los cuales son de gran importancia ecológica y económica por constituir la base de importantes servicios ambientales y por ser el sustento de la industria forestal de la entidad. Otra Pinophyta, el sabino (*Taxodium distichum* var. *mexicanum*) está presente en Durango en gran parte de los ecosistemas riparios de los ríos Nazas y San Pedro Mezquital formando bosques de galería que cumplen importantes funciones ecológicas y, por su longevidad, constituyen una fuente muy valiosa de información paleoclimática. Se presenta un análisis de la situación actual, amenazas y acciones de conservación de estos bosques de galería y un estudio de caso sobre su distribución en el estado y la estructura de edades de sus poblaciones.

Por otra parte, se analizan de manera particular seis de las nueve familias de la flora de Durango representadas por 100 o más especies: Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, Cactaceae, Orchidaceae y Cyperaceae. En cada caso se abordan aspectos de diversidad, distribución, endemismo, estado de conservación, importancia ecológica y económica, amenazas, oportunidades o acciones de conservación; y se incluyen apéndices electrónicos en los que se enlistan las especies reconocidas, las cuales en conjunto representan 43% de la flora estatal.

Las tres familias más diversas en la flora de México también lo son en Durango. Asteraceae, con 828 especies y 185 géneros, es la más diversificada en la entidad y representa 17.9% de las especies y 15.8 de los géneros; según estos datos, Durango presenta mayor riqueza de Asteraceae que el resto de los estados de México con excepción de Oaxaca. La familia Fabaceae (831 especies y 68 géneros) representa 8.8% de las especies y 5.8 de los géneros de la flora estatal. Poaceae, con 407 especies y 91 géneros constituyen 7.9% y 7.8% respectivamente y representan cerca de 50% de los géneros y 30% de las especies reconocidas para México.

Los cactus (Cactaceae) y orquídeas (Orchidaceae) comparten el cuarto sitio en importancia en la flora estatal, 3 y 2.9% de las especies respectivamente. Las cactáceas (139 especies y 32 géneros) representan casi la quinta parte de las especies reconocidas para México. En contraste, las orquídeas (136 especies) representan poco más de 11% de las del país. Por último, Cyperaceae, tercera familia más grande de monocotiledóneas, después de Poaceae y Orchidiaceae, está representada en Durango por al menos 122 especies y 16 géneros, lo que representa 61.5% de los géneros y 27.8% de las especies conocidas para el país.

Este inventario florístico muestra la presencia en la entidad de casi 20% de las especies estimadas para México en un área que representa apenas 6.3% del territorio nacional. Se estima que la diversidad florística de Durango es mayor ya que aún existen muchas áreas poco exploradas, así como grupos taxonómicos y comunidades vegetales cuyo conocimiento es todavía muy pobre, por lo que se requiere realizar estudios

taxonómicos que permitan tener un inventario más completo de sus componentes, conocimiento fundamental para sustentar planes de conservación y manejo sostenible de la biodiversidad y de los bienes y servicios asociados a la misma.

FAUNA SILVESTRE

La biodiversidad de la fauna silvestre que presenta Durango aún es desconocida en su totalidad. Entre las razones se encuentran la falta de trabajos de campo, los cuales se complican por la orografía, sobre todo en la Sierra Madre Occidental que es muy accidentada, mientras que el centro y este del estado son planicies y áreas semidesérticas. Otro factor importante es la falta de caminos para llegar a dichas zonas.

En esta sección se mencionan algunos grupos taxonómicos que hasta hace unos años no se conocía el número real de especies, pero gracias a la participación de varios grupos de investigadores nacionales como extranjeros que se abocaron en estudiar a los animales silvestres, han contribuido a mencionar cuántas especies existen en el estado.

Entre las instituciones nacionales que participaron se encuentran el Instituto de Ecología, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Nacional Autónoma de México y organizaciones independientes; por parte de instituciones extranjeras están las universidades de Kansas, Michigan, Tecnológico de Texas, Texas A&M y el museo Smithsoniano. Sin embargo, aún falta mucho por estudiar para conocer el número de especies que conforman a este estado.

La información sobre la clase Insecta está representada por tres órdenes y un total de 657 especies, los cuales son: Diptera con 78, Lepidoptera con 270* e Hymenoptera con 283* especies. La investigación que se presenta en esta sección sobre invertebrados, es un claro indicador de que su estudio no está completo ya que faltan varias clases como gusanos redondos, planos, caracoles, crustáceos, arañas, alacranes y otros órdenes de insectos, por mencionar algunos. También hay que considerar aquellas especies que son parásitos para animales silvestres y domésticos donde su importancia es económica. Aunque los invertebrados son organismos poco "notorios" o pequeños, esto sólo es en tamaño, ya que su riqueza de especies es probablemente la mayor de las existentes. Por lo tanto, es necesario que los investigadores refuercen sus estudios para generar el conocimiento del número de especies de invertebrados que no ha sido bien estudiado en la entidad.

Por otro lado, la biodiversidad de los cordados está representada por cinco clases y 809 especies, las cuales son: peces con 65 especies, anfibios con 34, reptiles con 123, aves con 430 y mamíferos con 157 especies. Hasta el momento, los cordados es el grupo más estudiado en Durango. La relación de las especies en Durango con el total de especies conocidas para México es la siguiente: anfibios 9.5%, reptiles 15%, aves 39% y mamíferos 29%.

En total, las especies de insectos y cordados presentadas en este estudio corresponden a 631 especies (cuadro 1), la cual no representa el número total real de la biodiversidad de fauna silvestre del estado, por estar aún en estudio.

*Especies identificadas.

Cuadro 1. Número de especies por grupo taxonómico

Reino	Grupo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Infraespecie	NOM-059
Protista	Amoebozoa	1	2	2	3	3	0	ND
Fungi	Ascomycota	7	14	26	50	101	0	ND
	Basidiomycota	6	21	82	247	656	9	8
Plantae	Helechos y afines	ND	ND	17	44	177	22	ND
	Gimnospermas	ND	ND	4	9	43	17	4
	Angiospermas	ND	ND	175	1114	4413	757	75
	Subtotal	0	0	196	1167	4633	796	79
Animalia	Arthropoda	1	3	60	326	631	3	1
	Peces	1	9	15	40	65	0	29
	Anfibios	1	2	8	14	34	0	10
	Reptiles	1	2	18	58	123	0	47
	Aves	1	20	63	234	430	0	49
	Mamíferos	1	8	22	76	157	0	17
	Subtotal	6	44	186	748	1440	3	153
	Total	**20**	**81**	**492**	**2215**	**6833**	**808**	**240**

* En el apéndice 4 sólo se presenta información detallada para familias; por lo tanto, el conteo para esta categoría taxonómica en Helechos y afines, gimnospermas y angiospermas, es mayor al que correspondería para los géneros y especies que se muestran.
Notas para conteos totales:
Los conteos no incluyen la categoría *Incertae sedis*.
El epíteto específico sp./spp. no se contabiliza como especie; de ser el caso se indica el número de especies identificadas.

Hongos

Ricardo Valenzuela • Tania Raymundo • Elvira Aguirre-Acosta • Silvia Bautista-Hernández • Raúl Díaz-Moreno • Jesús García-Jiménez

INTRODUCCIÓN

Los hongos constituyen un grupo de organismos de los más diversos entre los seres vivos; los hay microscópicos y macroscópicos, de formas y colores muy variados. Eran considerados dentro del reino vegetal, pero por su forma de nutrición, la ausencia de clorofila y las estructuras fundamentales que presentan fueron considerados como un reino aparte, el Fungi o reino de los hongos (Herrera y Ulloa 1990). Se definen como organismos filamentosos, eucarióticos, aclorófilos, heterótrofos, que se reproducen asexual y sexualmente por medio de esporas, poseen una pared celular compuesta principalmente por quitina o celulosa, presentan crecimiento apical y se nutren por absorción. Sin embargo, esta definición incluye a seres que se parecen morfológicamente entre sí, pero que no están estrechamente relacionados, por lo tanto, lo que conocemos como "hongos" forman un grupo heterogéneo de individuos que se originan de distintos ancestros, esto es, son polifiléticos.

Actualmente, los biólogos han encontrado difícil delimitar a los seres vivos en cinco reinos, como tradicionalmente eran clasificados, y han buscado en las técnicas modernas de biología molecular, bioquímica, fisiología, ecología y morfología, herramientas que les ayuden a entender las relaciones filogenéticas entre ellos para poder hacer una clasificación natural. Cavalier-Smith (1981) propuso que los reinos de organismos deberían tener un ancestro común, esto es ser de origen monofilético. Con base en esta propuesta, las investigaciones han llevado a los científicos estudiosos de la biología a encontrar algo de luz en los sistemas de clasificación de los organismos; en algunos grupos se resolvió su origen monofilético y por lo tanto su verdadero "estatus" taxonómico y se ha encontrado su orden natural en la vida, pero en otros grupos de seres su sistematización aún es incierta. Los hongos no han escapado a este ordenamiento y los micólogos los han distribuido en tres reinos: el reino Fungi, el reino Chromista y el reino Protozoa (Cavalier-Smith 1998).

En el reino Fungi se incluyen a los verdaderos hongos que se caracterizan por presentar un talo quitridial, micelial o levaduriforme con la pared celular compuesta de quitina y glucanos; se nutren por absorción, tienen crestas mitocondriales laminares, sintetizan la lisina por la ruta metabólica del ácido aminoadípico, la síntesis de esteroles la realizan por la vía del ergosterol, los grupos que tienen células flageladas presentan un flagelo de tipo látigo y de posición posterior, y almacenan sus nutrientes en forma de glucógeno. Este reino se ha subdividido en seis *phyla*, que son: Chytridiomycota, Blastocladiomycota, Zygomycota, Glomeromycota, Ascomycota y Basidiomycota, aunque recientemente fueron agregados dos grupos de seres más parecidos a los Protozoa que a los hongos; sin embargo, según las técnicas modernas son hongos verdaderos, y son los Microsporidia y los Cryptomycota (Cavalier-Smith 1998, Kirk *et al.* 2008, Jones *et al.* 2011).

En el reino Chromista se incluyen a los hongos heterocontos, que se caracterizan por presentar un talo micelial cenocítico con pared celular compuesta por celulosa, se nutren por absorción, tienen crestas mitocondriales tubulares, sintetizan la lisina por la vía del ácido diaminopimélico, la síntesis de esteroles la realizan por la vía del fucosterol, las células flageladas son heterocontas, con uno o dos flagelos, uno de tipo mastigonemado y el otro de tipo látigo, ambos de posición anterior o ventral; almacenan sus nutrientes en forma de micolaminarinas, y considera a dos *phyla*: Oomycota y Labyrinthulomycota (Cavalier-Smith 1998, Kirk *et al.* 2008).

En el reino Protozoa se incluyen a los hongos mucilaginosos, que se caracterizan por presentar un talo plasmodial o ameboidal, carentes de pared celular, se nutren por fagocitosis, sus crestas mitocondriales son vesiculosas o tubulares, presentan células flageladas

Valenzuela, R., T. Raymundo, E. Aguirre-Acosta, S. Bautista-Hernández, R. Díaz-Moreno y J. García-Jiménez. 2017. Hongos. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 275-288.

con dos o más flagelos todos de tipo látigo y de posición posterior, no sintetizan lisina y considera a tres *phyla*: Amoebae, Cercozoa y Percolozoa, este último se nutre por absorción (Cavalier-Smith 1998, Kirk *et al.* 2008).

DIVERSIDAD

Con respecto al número de especies que tiene el reino Fungi, Kirk *et al.* (2008) señalan que se conocen 97 861 especies en el mundo, y si se considera a los Microsporidia, con 1 300 especies descritas, la suma se elevaría a 99 161 especies. Hawksworth (1991, 2001), quien menciona que se describen en promedio 1 200 especies por año, hasta 2016 se tendrían 108 761 especies de hongos descritas en el mundo.

La gran diversidad biológica que se presenta en México se debe principalmente a la situación geográfica, así como a su accidentada topografía con variedad de altitudes y climas, lo cual contribuye a formar un mosaico de condiciones ambientales y microambientales que promueven una gran variedad de hábitats y formas de vida (Sarukhán *et al.* 1996 y Sarukhán y García 2003). Guzmán (1998) señaló que se han descrito 7 000 especies de hongos de México, y estimó que sólo conocemos 3.5% de lo que hay en el país, mientras que Cifuentes (2008) enlista 2 135 especies de hongos para México, agrupados en Basidiomycota (1 486 especies en 353 géneros y 87 familias), Ascomycota (646 especies en 275 géneros y 86 familias, incluyendo líquenes), Zygomycota (dos especies) y Oomycota (una especie), basándose principalmente en los registros de la CONABIO.

Durango ha sido objeto de estudio por diversos autores debido a la gran riqueza forestal que presenta (cuadro 1). Cabe destacar los estudios como el de Rodríguez- Scherzer y Guzmán-Dávalos (1984), quienes mencionaron a 109 especies de macrohongos para las reservas de la biósfera de la Michilía y de Mapimí, mientras que Quintos *et al.* (1984) citaron 100 especies de macromicetos, principalmente ectomicorrícicos; Pérez-Silva y Aguirre-Acosta (1985) reportaron 132 especies de hongos; Díaz-Moreno *et al.* (2005) registraron 123 especies de los bosques de pino y pino-encino del estado; Raymundo *et al.* (2012 a-c) estudiaron 45 especies de ascomicetes, 14 de hongos tremeloides y 25 Hymenochaetaceae del bosque Las Bayas, municipio de Pueblo Nuevo; mientras que Amalfi *et al.* (2012) describen a *Fomitiporia cupressicola* como especie nueva, Raymundo *et al.* (2012d) a *Geopyxis majalis*, *Peziza limnaea*y *Plectania nannfeldtii* como nuevos registros para México de la misma localidad y Raymundo *et al.* (2012e) a *Fomitiporia texana* para el estado.

En el apéndice 1 se presenta una lista de 754 especies de hongos, y se basa en las publicaciones que han mencionado especies (cuadro 1) o realizado estudios en dicha entidad, así como en los especímenes recolectados en los últimos 10 años por los autores y que se encuentran depositados en las colecciones de hongos de los herbarios ENCB, ITCV, MEXU y de la Universidad Juárez del Estado de Durango. El sistema de clasificación que se utilizó fue el de Kirk *et al.* (2008), excepto para los géneros de Hymenochaetales, en donde se siguieron los criterios de Wagner y Fischer (2002), Decock *et al.* (2007) y Groposo *et al.* (2007).

Del total de especies de Durango se tienen representados a los *phyla* Ascomycota con 101 especies y a los phylum Basidiomycota con 656, siendo este último el más abundante para la región; adicionalmente, se registran tres especies de la clase Myxogastrea, que no corresponden al reino Fungi pero han sido tradicionalmente estudiados como hongos. De las 706 especies conocidas para Durango en el presente trabajo, 228 se registran por primera vez para la región, cifra equivalente a 30%, lo que muestra la gran diversidad que tiene esta región y a su vez lo mucho que falta por estudiarse (cuadro 2). A nivel de géneros, el más abundante fue *Amanita* con 33 especies, después *Puccinia* con 29, *Boletus* y *Lactarius* con 17, *Hygrocybe* y *Russula* con 13, *Cortinarius*, *Sporormiella* y *Uromyces* con 12 y *Helvella* con 11 especies.

DISTRIBUCIÓN

Los hongos en el estado se distribuyen mayormente en los bosques templados de la Sierra Madre Occidental con 665 especies, siguiéndole las zonas agrícolas con 68 y las zonas desérticas con 15. En cuanto al hábitat donde se desarrollan estos organismos, se registran principalmente hongos folícolas (aquellos que crecen sobre hojarasca), lignícolas (sobre madera, aunque no necesariamente se nutren de ella), fimícolas (en estiércol), suculentícolas (sobre plantas suculentas, principalmente cactáceas), humícolas (en humus) (figura 1), terrícolas (en suelo con baja cantidad de materia orgánica), micófagos (aquellos que se alimentan de hongos), xilófagos (los que se nutren de los componentes de la madera; figura 2), micorrizógenos (los hongos que forman asociación mutualista con las raíces de las plantas; figura 3) y los fitopatógenos (que parasitan plantas vivas).

Cuadro 1. Referencias bibliográficas donde se han citado especies

Referencia	Aportaciones
Mirza y Cain 1969	Se describen 56 especies de *Podospora* y algunas se ilustran. Hay material de México, incluyendo de Durango
Guzmán y Herrera 1969	Es una contribución al conocimiento de los gasteromicetos de las zonas áridas de México, en el que se incluyen descripciones de 46 especies pertenecientes a 25 géneros; varias especies se registran por primera vez para México. Se citan *Podaxis pistillaris* y *Gyrophragmium dunalii* de Durango
Ahmed y Cain 1972	Es una revisión taxonómica sobre los géneros coprófilos *Sporormia y Sporormiella;* se describen 66 especies y la mayoría se ilustra, proporcionando una clave para su determinación. Se cita a *Sporomia mirabilis* y varias especies de *Sporormiella* de Durango
Guzmán 1972	Se presenta una lista de 340 especies de asco y basidiomicetos mexicanos depositados en el herbario *The National Fungus Collection,* procedentes de diversas entidades federativas. Algunas especies son de Durango
Guzmán y Pérez-Patraca 1972	Realizan un estudio del género *Panaeolus* que han sido consideradas como tóxicas o alucinógenas según diversos autores, ya que se han encontrado especies que contienen psilicibina
Hennen *et al.* 1972	Se presentan 123 especies y 15 variedades registradas en 10 géneros de royas, se incluyen sus hospederos, colectores y especies en que fueron colectadas
Guzmán y Herrera 1973	Se hace una recopilación de las referencias bibliográficas que registran especies de macromicetos mexicanos, sobre todo del grupo de los gasteromicetos
Hennen y Cummins 1973	Incluyen sólo especies que producen estadio telial sobre angiospermas; reportan 131 especies (incluidas 32 que no habían sido reportadas para México)
Mendiola y Guzmán 1973	Se enlistan 47 especies de tremellales de México y se describen dos nuevas especies de los géneros *Calocera y Mylittopsis*
Pérez-Silva 1973	Es un trabajo sobre el género *Daldinia,* basado en el estudio de materiales depositados en herbarios (ENCB, MEXU) y las colectas de la autora
García-Álvarez 1976	Es una obra en la que se da una lista de enfermedades de las plantas de la república mexicana por familias y géneros de plantas y de hongos que las producen
Pérez-Silva 1977	Se realiza un estudio sobre el género *Cordyceps,* ya que algunas de sus especies son parásitas de pupas, larvas o adultos de insectos de los órdenes lepidóptera, coleóptera, homóptera e himenóptera
León-Gallegos y Cummins 1981	Se trata de una obra en la cual se incluyen algunas royas de México, descripción, hospederos y distribución de cada una de ellas. Además de incluyen claves para su identificación
Marmolejo *et al.* 1981	Describe 31 especies de teleforáceos, adscritos a 12 géneros de cuatro familias, de diversas partes de México. Se discute su distribución ecológica y geográfica
Polaco *et al.* 1982	Presenta los resultados de las observaciones de los hongos y líquenes encontrados en tres nidos de la rata montera *Neotoma mexicana* en la sierra de Michis, en la Reserva de Biosfera La Michilía
Chacón y Guzmán 1983	Es un trabajo donde se reportan algunos hongos de México en una consulta bibliográfica donde se citan 195 taxa
Pérez-Silva *et al.* 1983	Se estudian algunos hongos micoparásitos, que resultan ser nuevos registros para México; se incluye su distribución, hospederos y claves para su identificación
Herrera y Pérez-Silva 1984	Se describen y discuten por primera vez en la micoflora mexicana cinco especies del género *Amanita,* subgénero *Lepidella*
Quintos *et al.* 1984	Se hace un estudio sobre los macromicetos, principalmente los ectomicorrizicos, determinándose un total de 100 especies, de las cuales 29 tienen esta característica
Rodríguez-Scherzer y Guzmán-Dávalos 1984	Se presenta una lista de 109 especies de hongos superiores de las reservas de la biosfera de la Michilía y de Mapimí

Cuadro 1. Continuación

Referencia	Aportaciones
Cifuentes *et al.* 1985	Se registran: *Ramaria fumigata, Cantharellus infundibuliformis, C. tubaeformis, Leucopaxilus tricolor* y *Amanita tephrea,* de los cuales únicamente *C. tubaeformis* se conocía de México
Guevara *et al.* 1985	Se hace una descripción de 35 especies de agaricales, basadas en 96 colectas, y se citan 17 especies por primera vez para México
Pérez-Silva y Aguirre-Acosta 1985	Se identifican 132 especies de hongos de Durango, 81 se citan por primera vez para el estado y dos de ellas por primera vez para México
Urista *et al.* 1985	Se describen e ilustran 45 especies de gasteromicetos adscritos a 24 géneros de los órdenes Phallales, Lycoperdales, Sclerodermatales, Podaxales y Nidulariales
Santillán y Valenzuela 1986	Se describen por primera vez para México cinco especies de la familia Hygrophoraceae, dos del género *Hygrophorus* y tres de *Hygrocybe*
Guevara *et al.* 1987	Diez especies de *Lactarius* son descritas, nueve de ellas nuevos registros para México. Se cita a *L. lignyotellus* cf. *texensis* de Pueblo Nuevo
Guzmán 1988	Se describen dos nuevas especies de *Macowanites* para México, citándose *Macowanites durangensis* de la Michilía
León-Gómez y Pérez-Silva 1988	Se describen 24 especies de nidulariales para México, ocho de ellas citadas por primera vez para la micobiota mexicana. Se citan *Crucibulum laeve* y *Cyathus stercoreus*
Cazares *et al.* 1992	Se describen 24 especies de hongos hipogeos por primera vez para México. De Pueblo Nuevo se cita: *Elaphomyces muricatus, Leucogaster rubescens* y tres especies de *Rhizopogon*
Chio 1992	Incluye tres nuevos registros de especies de *Pholiota* para México. Se cita *Pholiota iterata* de La Michilía
Nava y Valenzuela 1993	Se describen seis especies de hongos poliporoides, de los cuales tenemos a *Phellinus tremulae* descrito para Durango y Coahuila. Las otras seis cinco especies *Albatrellus ellisi, Meripilus sumstinei, Microporellus obovatus, Perenniporia medullapanis* y *Polyporoletus sublividus* se mencionan para el Estado de México
Valenzuela *et al.* 1994	Se reportan los datos de las familias Albatrellaceae y Polyporaceae *sensu stricto* teniendo un total de 5 229 especímenes capturados correspondientes a 178 especies en 59 géneros
Guzmán-Dávalos 1995	Se propone la nueva sección Macrospori para el subgénero *Gymnopilus* dentro de *Gymnopilus.* Se describe a *G. subfulgens* como especie nueva, la cual es citada de Pueblo Nuevo
Bandala *et al.* 1996	Se describen cuatro nuevas especies de *Phaeocollybia* para México. Se cita a *P. amygdalospora* de Pueblo Nuevo
Rodríguez-Alcantar *et al.* 1996	Se describe y amplía la distribución para México de *Coltricia montagnei,* ya que sólo se conocía de Canadá y Estados Unidos
Valenzuela *et al.* 1996	Se describen tres especies del género *Hydnochaete,* basados en 50 especímenes que proceden de 13 estados de la república mexicana
San Martín *et al.* 1998	Se estudian nueve especies del género *Xylaria* que crecen en hojas secas de árboles de México. Seis especies fueron recolectadas en bosques tropicales, dos en un bosque mesófilo de montaña y la restante en un bosque de pino-encino
García 1999	Tesis de maestría en ciencias, donde aborda el grupo de los boletáceos de México, donde se presentan algunas descripciones de nuevos registros para México
Pérez-Silva *et al.* 1999	Estudian los gasteromicetos de México con algunas descripciones de ellos y claves de identificación
Naranjo-Jiménez *et al.* 2002	Se presenta un catálogo de los hongos silvestres y comestibles del Salto, Durango, presentándose un total de 30 especies

Cuadro 1. Continuación

Referencia	Aportaciones
Calonge *et al.* 2004	Se describen cerca de 135 especies de gasteromicetos mexicanos provenientes de 26 entidades federativas. Se registran varias especies nuevas para el continente americano y para México
Díaz-Moreno *et al.* 2005	Se determinaron un total de 123 especies adscritas a 70 géneros, incluidas en 27 familias, 19 de Basidiomycota y ocho de Ascomycota, todas ellas de Durango. Destacándose 27 comestibles, 25 micorrizógenas y 20 patógenas forestales
Valenzuela *et al.* 2006	En este trabajo se describen 11 especies de hongos poliporoides poco conocidas para México, de las cuales 10 ya habían sido citadas para el país, pero no se describieron morfológicamente
Cibrián *et al.* 2007	Presentan un libro sobre las enfermedades forestales en México, causadas por agentes bióticos y abióticos
Ramírez-López y Villegas-Ríos 2007	Se hace un estudio de diferentes ejemplares provenientes de herbarios nacionales que permitieron un mejor conocimiento de los hongos geoglosoides y se reportan varios nuevos registros
Bautista-Hernández *et al.* 2011	Presentan 15 taxa identificados y su clave taxonómica, nueve representan al subgénero *Globaria*, y seis al subgénero *Bovista;* cinco de éstos son nuevos registros para la micobiota mexicana
Amalfi *et al.* 2012	Describen a *Fomitiporia cupressicola* como especie nueva
Raymundo *et al.* 2012a	Se estudiaron 14 especies de hongos tremeloides precedentes del bosque Las Bayas en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango
Raymundo *et al.* 2012b	Se presenta un listado de ascomicetos macroscópicos derivado de cuatro exploraciones micológicas al bosque Las Bayas en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango
Raymundo *et al.* 2012c	Se estudian 25 especies de Hymenochaetaceae que fructifican en el bosque Las Bayas, municipio de Pueblo Nuevo, Durango
Raymundo *et al.* 2012d	Describen a *Geopyxis majalis* (Fr.) Sacc., *Peziza limnaea* Maas Geest.y *Plectania nannfeldtii* Korf como nuevos registros para México de Las Bayas, municipio de Pueblo Nuevo, Durango
Raymundo *et al.* 2012e	Describen a *F. texana* (Murrill) Nuss como nuevo registro para el estado

Cuadro 2. Resumen taxonómico y número total de especies de hongos presentes en la entidad.

Phyla	Orden	Familias	Géneros	Especies	Nuevos registros para el estado
Ascomycota	14	26	50	101	
Basidiomycota	21	82	247	650	228
Myxogastrea*	2	2	3	3	
Total	**37**	**110**	**300**	**754**	**228**

* La clase Myxogastrea no corresponde al reino Fungi, pero ha sido tradicionalmente estudiada como hongo.
Fuente: Díaz-Moreno *et al.* 2005 y Cibrián *et al.* 2007.

A

B

C

D

E

F

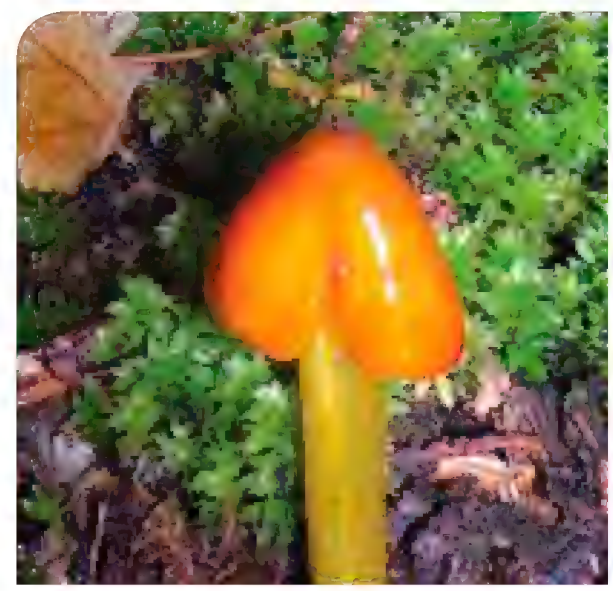

G

Figura 1. Hongos folícolas, lignícolas y fimícolas: a) *Bovista fusca*, b) *Clitocybe vibecina*, c) *Coprinus atramentarius*, d) *Coprinus micaceus*, e) *Geoglossum glabrum* var. *americanum*, f) *Humaria hemisphaerica*, g) *Hygrocybe conica*, h) *H. virgineus*, i) *Leotia viscosa*, j) *Lepiota mastoidea*, k) *Protostropharia semiglobata*, l) *Marasmius rotula*, m) *Rhodocollybia butyracea*.
Fotos: *Tania Raymundo (a-c, g-h, l-m) y Ricardo Valenzuela (d-f, i-k).*

H

I

J

K

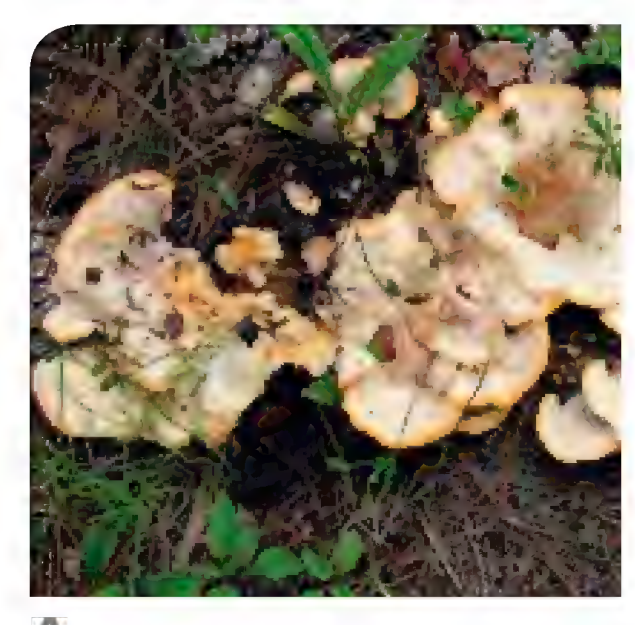
L

M

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Con respecto a su importancia, se observa la abundancia de dos grupos ecológicos de hongos: los xilófagos, con 271 especies, y los micorrizógenos, con 254 (para este último grupo se consideró el trabajo de Rinaldi *et al.* 2008). Los xilófagos o habitantes de la madera, juegan un papel fundamental en el reciclaje de la materia orgánica de los ecosistemas forestales. Una cantidad enorme de carbono de estos ecosistemas es secuestrado en la madera, la cual consiste principalmente de celulosa, hemicelulosas y lignina. La lignina es un polímero amorfo, aromático y altamente refractivo que solidifica las paredes celulares vegetales, proporcionando fuerza, rigidez y protección a la madera de los ataques microbianos (Kim y Jung 2000, Morgenstern *et al.* 2008).

Los hongos xilófagos son los agentes primarios en la degradación de lignocelulosa en los ecosistemas tropicales y templados y se distinguen comúnmente tres tipos de pudrición que ocasionan en la madera: 1) los que causan podredumbre blanca, 2) los de podredumbre marrón, y 3) los de podredumbre blanda, de acuerdo a la capacidad de remover la lignina durante su descomposición. Los hongos de podredumbre blanca utilizan todos los componentes mayores de la madera, como la celulosa, hemicelulosas y lignina, casi de manera simultánea, y ocasionan la pudrición de la madera. La madera afectada por la pudrición blanca se percibe húmeda, esponjosa y blanda o fibrosa y de apariencia blanqueada, y normalmente no se agrieta, sólo se encoge y colapsa cuando es severamente degradada. La resistencia de la madera infestada decrece gradualmente



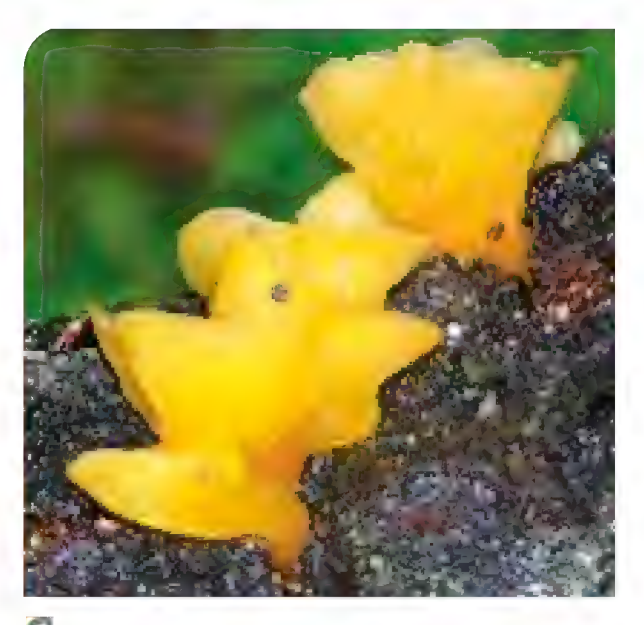
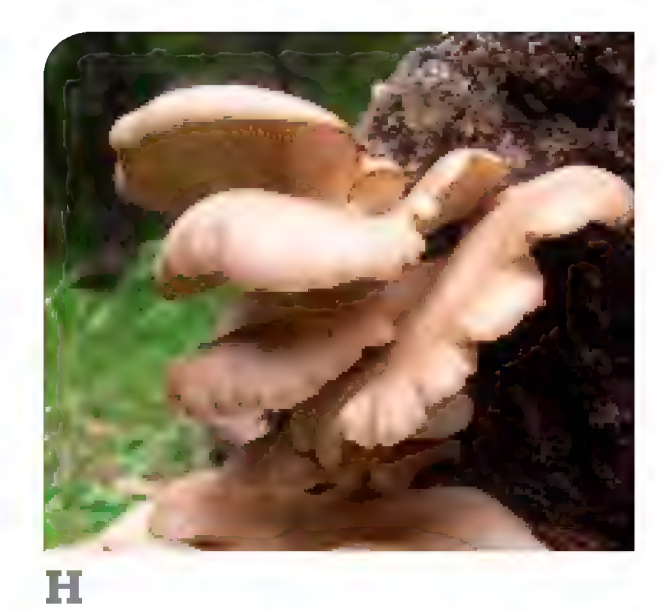


Figura 2. Hongos xilófagos: a) *Abortiporus biennis*, b) *Dacryomyces capitatus*, c) *Dacryopinax spathularia*, d) *Hericium erinaceus*, e) *Hypholoma fasciculare*, f) *Lycoperdon pyriforme*, g) *Plectania melastoma*, h) *Pleurotus ostreatus*, i) *Pluteus cervinus*, j) *P. leoninus*, k) *Postia sericeomollis*, l) *Sparassis crispa*, m) *Xeromphalina campanella*, n) *Stereum sanguinolentum*.
Fotos: *Tania Raymundo (b, d-j, l) y Ricardo Valenzuela (a, c, k, m-n).*

hasta llegar a ser esponjosa al tacto y fibrosa cuando se rompe. Los hongos de podredumbre marrón utilizan hemicelulosas y celulosa de la pared celular de la madera, la oscurecen, encogen y rompen en cubos que se desmoronan en un polvo marrón, dejando un residuo amorfo, la lignina. La pudrición ocasionada por estos hongos es la más grave, causando un daño severo, porque produce una falla estructural en la madera infectada, la cual es seca y frágil, se debilita rápidamente, decreciendo su resistencia por la despolimerización de la celulosa antes de que se pueda ver cualquier evidencia externa de degradación.

Finalmente, los ascomicetos ocasionan la llamada podredumbre blanda, degradando únicamente la celulosa de la madera; secretan celulasa de sus hifas, la cual descompone la celulosa y provoca la formación de cavidades microscópicas dentro de la madera, y algunas veces una decoloración y agrietamiento en un patrón similar al de la podredumbre marrón; los hongos de la pudrición blanda necesitan fijar el nitrógeno para sintetizar enzimas, que obtienen ya sea de la madera o del medio ambiente (Illma 1991, Cullen y Kersten 1996, Highley y Dashek 1998, Rayner y Boddy 1988, Schwarze *et al.* 2000, Morgenstern *et al.* 2008).

G


H

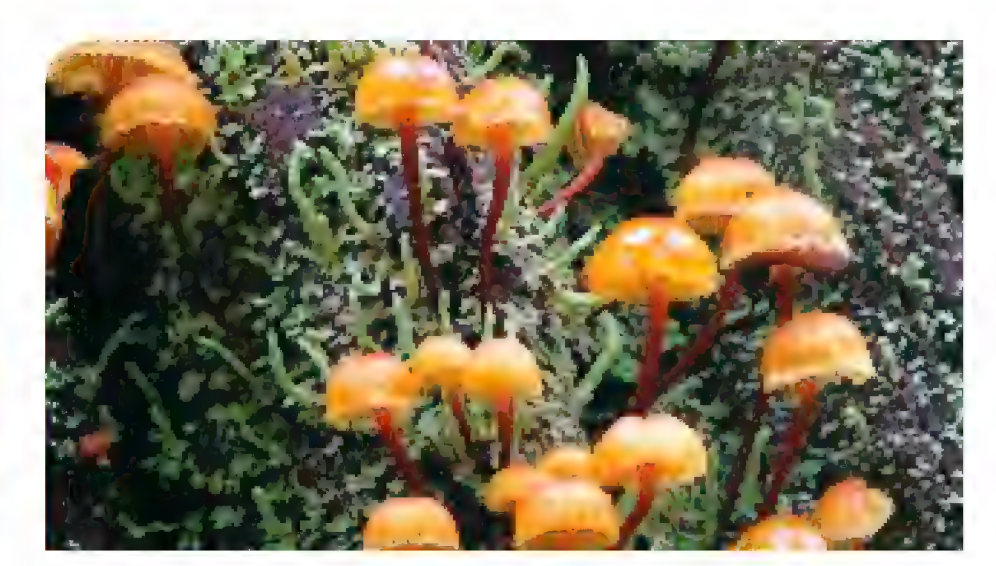
I

J

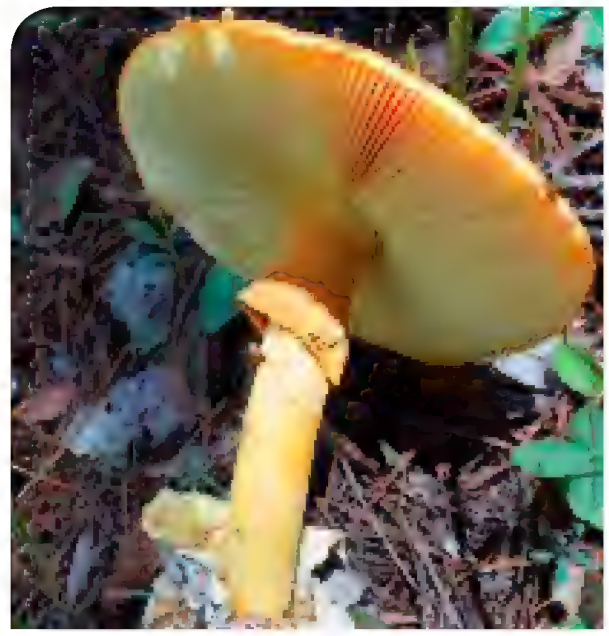
K

L

M


N

A


B

C

D

E

F

G

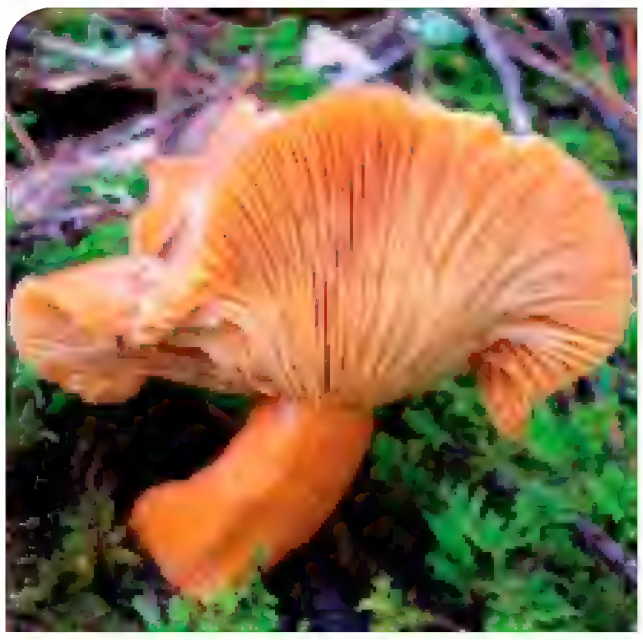
Figura 3. Hongos micorrícicos: a) *Albatrellus ellisii*, b) *Amanita basii*, c) *A. muscaria*, d) *Bondarzewia berkeleyii*, e) *Clavariadelphus truncatus*, f) *Coltricia perennis*, g) *Gyromitra ínfula*, h) *Gomphus floccosus*, i) *Helvella crispa*, j) *Hygrophorus russula*, k) *Laccaria laccata*, l) *Lactarius salmonicolor*, m) *Leccinum aurantiacum*, n) *Rozites caperata*, ñ) *Scutiger pes-caprae*.
Fotos: *Ricardo Valenzuela (a,d-f, h-i, m, ñ), Elvira Aguirre-Acosta (b-c, k) y Tania Raymundo (g, j, l, n).*

H

I

J

K


L

M

N

Ñ

De las 271 especies xilófagas, 78 son consideradas como patógenos de importancia forestal por Cibrián *et al.* (2007) (véase el estudio de caso Hongos fitopatógenos, en esta obra).

El segundo grupo son los hongos micorrizógenos, que presentan especial importancia ecológica por su relación simbiótica con plantas de interés forestal y por el papel que tienen en la reforestación. Estos organismos ocurren en la mayoría de los ecosistemas templados y boreales y en grandes áreas de los bosques tropicales y subtropicales del mundo.

En cuanto a su importancia económica están los hongos comestibles, de los cuales según Guzmán (1998) se conocen en México más de 300 especies, y 133 en Durango, lo que representa 44.3% de las especies conocidas en el país. De ellas, 83 son ectomicorrizógenas, lo que puede aprovecharse para un manejo sustentable de los recursos forestales no maderables y utilizar primordialmente estas especies útiles en las reforestaciones de ecosistemas principalmente de bosques de encino, pino-encino y coníferas.

Entre las especies comestibles, se encuentran 38 especies saprótrofas, que se alimentan de residuos como hojarasca, organismos muertos o desechos de organismos vivos, lo cual también ofrece potencial para manejo, dada la facilidad de estas especies para crecer en medios de cultivo artificiales y poder ser cultivadas en pequeña, mediana o gran escala. Para los bosques de la región se registran 60 especies tóxicas, de las cuales *Amanita bisporigera, A. peckiana, A. verna, A. virosa, Hygrocybe conica, Omphalotus mexicanus* y *O. olearius* pueden ocasionar la muerte si se consumen.

Finalmente, en el estado se registran 23 especies de hongos que se utilizan como medicinales en países orientales, principalmente, y de las que actualmente se están tratando de aprovechar sus propiedades inmunoestimuladoras, antitumorales y para bajar el colesterol en la sangre, entre otras, como *Ganoderma lucidum, Pycnoporus sanguineus, Schizophyllum commune, Trametes versicolor.*

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

Las especies amenazadas en la región y que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, son *Amanita muscaria, Hygrophorus russula, Boletus edulis, Leccinum aurantiacum, Morchela elata* y *M. esculenta*; por otro lado, *Tricholoma magnivelare* y *Cantharellus cibarius* están en protección especial; sin embargo, *Amanita caesarea* es la especie más consumida en el estado y no aparece en la norma (SEMARNAT 2010).

PRINCIPALES AMENAZAS

La abundancia de los hongos depende en gran medida de la conservación de los bosques y zonas donde estos se desarrollan. En el estado y principalmente en las zonas boscosas de la entidad, se realizan prácticas que amenazan a este grupo, como la eliminación de grandes extensiones de bosques para establecer zonas agrícolas y la sobreexplotación de los recursos maderables. En ambos casos, se cortan árboles y muchas especies de plantas sobre los cuales crecen o con los que se asocian los hongos, por lo que estas prácticas son una gran amenaza principalmente por la eliminación de los nichos ecológicos de otras especies.

RECOMENDACIONES

Para la conservación de los bosques y por ende de los hongos, se debe implementar un plan de manejo para realizar una explotación racional de los productos forestales, acompañada de prácticas de reforestación de las zonas afectadas, utilizando plantas nativas de la región y que a su vez sean inoculadas en las raíces con los hongos micorrizógenos originarios de las zonas afectadas para garantizar la supervivencia de la planta y del hongo.

AGRADECIMIENTOS

Valenzuela, Raymundo y Bautista agradecen al IPN el apoyo financiero otorgado mediante los proyectos SIP-20161164 y SIP-20161166. García-Jiménez agradece a la Red Internacional sobre Sistemática y Ecología de Comunidades Forestales y Cultivos de SEP, ANUIES-PROMEP, DGEST-ITCV, UAT el apoyo financiero a sus investigaciones. Valenzuela agradece a la COFAA el apoyo económico a sus investigaciones.

REFERENCIAS

Ahmed, S.I. y R.F. Cain. 1972. Revision of the genera *Sporormia* and *Sporormiella*. *Canadian Journal of Botany* 50 (3): 419-477.

Amalfi, M., T. Raymundo, R. Valenzuela y C. Decock. 2012. *Fomitiporia cupressicola* sp. nov., parasite on *Cupressus arizonica*, and additional unnamed clades in the southern USA and northern Mexico, evidenced by multilocus phylogenetic analyses. *Mycologia* 104 (2): 880-893.

Bandala, V.M., L. Montoya, G. Guzmán y E. Horak. 1996. Four new species of *Phaeocollybia*. *Mycological Research* 100: 239-243.

Bautista-Hernández, S., T. Herrera, E. Aguirre-Acosta y M. Esqueda. 2011. Contribution to the taxonomy of *Bovista* in Mexico. *Mycotaxon* 118: 27-46.

Calonge, F.D., G. Guzmán y F. Ramírez-Guillén. 2004. Observaciones sobre los *Gasteromycetes* de México depositados en los herbarios XAL y XALU. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 28: 337–371.

Cavalier-Smith T. 1981. Eukaryote kingdoms: seven or nine? *Biosystems* 14 (3-4): 461-81.

—. 1998. A revised six-kingdom system of life. *Biological Review* 73: 203-266.

Cazares, E., J. García, J. Castillo y J.M. Trappe. 1992. Hypogeous Fungi of northern of Mexico. *Mycologia* 84: 341-359.

Chacón, S. y G. Guzmán. 1983. Ascomycetes poco conocidos en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18: 183-218.

Chio, R.E. 1992. Nuevos registros del género *Pholiota* (Fungi, Basidiomycotina, Agaricales) en México. *Revista Mexicana de Micología* 8: 63-70.

Cibrián, D., D. Alvarado y S.E. García. 2007. *Enfermedades forestales en México/ Forest diseases in Mexico.* Universidad Autónoma Chapingo/ CONAFOR/SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA/NRCAN Forest Service, Canadá/Comisión Forestal de América del Norte/ COFAN/FAO. Chapingo.

Cifuentes, J. 2008. Hongos. Catálogo taxonómico de especies de México. En: *Capital Natural de México,* Vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad.* CONABIO, MÉXICO.

Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez-Ramírez. 1985. Descripción de macromicetos poco estudiados en México, I. *Revista Mexicana de Micología* 1: 413-422.

Cullen, D. y P.J. Kersten. 1996. Enzimology and molecular biology of lignin degradation. En: *The Mycota.* Vol. III. Brambl/Marzluf (eds.). Springer Verlag. Nueva York.

Decock, C., S. Herrera-Figueroa, G. Robledo y G. Castillo. 2007. *Fomitiporia punctata* (Basidiomycota, Hymenochaetales) and its presumed taxonomic synonyms in America: taxonomy and phylogeny of some species from tropical / subtropical area. *Mycologia* 99 (5): 733-752.

Díaz-Moreno, R., J.G. Marmolejo y R. Valenzuela. 2005. Flora micológica de bosques de pino y pino-encino en Durango, México. *Ciencia UANL* 7 (4): 362-369.

García, J. 1999. *Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la familia Boletaceae (Basidiomycetes, Agaricales) de México.* Tesis de maestría en Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.

García-Álvarez, M. 1976. *Enfermedades de las plantas en la república mexicana.* Limusa, México.

Groposo, C., C. Loguercio-Leite y A. Góes-Neto. 2007. *Fuscoporia* (Basidiomycota, Hymenochaetales) in southern Brazil. *Mycotaxon* 101:55-63.

Guevara, G., J. García y J. Castillo. 1985. Algunos Agaricales del norte de México. *Revista Mexicana de Micología* 1: 129-188.

Guevara, G., J. García, J. Castillo y O. K. Miller. 1987. New records of *Lactarius* in Mexico. *Mycotaxon* 30: 157-176.

Guzmán, G. 1972. Macromicetos mexicanos en el Herbario The National Fungus Collections de E.U.A. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología.* 32: 31-55.

—. 1988. Dos nuevas especies de *Macowanites* en México. *Revista Mexicana de Micología* 4: 115-121.

—. 1998. Inventorying the Fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation* 7: 369-384.

Guzmán, G. y A.M. Pérez-Patraca. 1972. Las especies conocidas del género *Panaeolus* en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 6: 17-53.

Guzmán, G. y T. Herrera. 1969. Macromicetos de las zonas áridas de México, II Gasteromicetos. *Anales del Instituto de la Universidad Nacional Autónoma de México. 40 Ser. Botánica* (1): 1-92.

—. 1973. Especies de macromicetos citadas de México, IV. Gasteromicetos. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 7: 105–119.

Guzmán-Dávalos, L. 1995. Further investigations on *Gymnopilus* (Agaricales, Cortinariaceae). A new section and a new species from Mexico. *Mycotaxon* 54: 117-124.

Hawksworth, D.L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research* 95:641–655.

—. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research* 105: 1422–1432.

Hennen, J.F. y G.B. Cummins. 1973. The mexican species of *Puccinia* (Uredinales). *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 7: 59-88.

Hennen, J.F., H.M. León-Gallegos y G.B. Cummins. 1972. The rust fungi (Uredinales) on Compositae in Mexico. *The Southwestern Naturalist* 16 (3-4): 357-386.

Herrera, T. y E. Pérez-Silva. 1984. Descripción de algunas especies del género *Amanita. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 19: 265-273.

Herrera, T. y M. Ulloa. 1990. *El reino de los hongos. Micología básica y aplicada.* FCE/UNAM.

Highley T. y W.V. Dashek. 1998. *Biotechnology in the Study of Brown and White rot Decay. Forest products Biotechnology.* Taylor & Francis, Gran Bretaña.

Illman, B.L. 1991. Oxidative degradation of wood by brown-rot Fungi. En: *Active oxygen/oxidative stress and plant metabolism.* E Pell, K. Steffen (eds.). American Society of Plant Physiologists, Philadelphia: Penn State University. *Current topics in plant physiology: An American Society of Plant Physiologists* 6: 97-106.

Jones, M.D.M., I. Forn, C. Gadelha *et al.* 2011. Discovery of novel intermediate forms redefines the fungal tree of life. *Nature* 479: 200-205.

Kim, S.Y. y H.S. Jung. 2000. Phylogenetic relationships of the Aphyllophorales inferred from sequence analysis of nuclear small subunit ribosomal DNA. *The Journal of Microbiology* 38(3):122-131.

Kirk, P.M., P.F. Cannon, D.W. Minter y J.A. Stalpers. 2008. *Dictionary of the Fungi.* 10th ed. CABI, Wallingford, 782 pp.

León-Gallegos, H. y G.B. Cummins. 1981. *Uredinales (royas) de México* vol. II. INIA-SARH, Sinaloa.

León-Gómez, C. y E. Pérez-Silva. 1988. Especies de Nidulariales (Gasteromycetes) comunes en México. *Revista Mexicana de Micología* 4: 161-183.

Marmolejo, J.G., J. Castillo y G. Guzmán. 1981. Descripción de especies de teleforáceos poco conocidos en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 15: 9-66.

Mendiola, G. y G. Guzmán. 1973. Las especies conocidas de Tremellales en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 7: 89-97.

Mirza, J.H. y R.F. Cain. 1969. Revision of the genus *Podospora. Canadian Journal of Botany* 47(12): 1999-2048.

Morgenstern, I., S. Klopman y D.S. Hibbett. 2008. Molecular evolution and diversity of lignin degrading heme peroxidases in the Agaricomycetes. *Journal Molecular Evolution* 66: 243-257.

Naranjo-Jiménez, N., J. Herrera-Corral, J.A. Ávila-Reyes *et al.* 2002. *Catálogo de hongos de la región de El Salto, Pueblo Nuevo, Durango.* CIIDIR Durango del IPN/Comisión Nacional Forestal, Durango.

Nava, R. y R. Valenzuela. 1993. Los poliporáceos de México IV. Especies poco conocidas. *Reporte Científico No. Especial* 13: 182-198.

Pérez-Silva, E. 1973. El género *Daldinia* (Pyrenomycetes) en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 7: 51-58.

—. 1977. Algunas especies del género *Cordyceps* (Pyrenomycetes) en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 11: 145-153.

Pérez-Silva, E. y E. Aguirre-Acosta. 1985. Micoflora del Estado de Durango, México. *Revista Mexicana de Micología* 1: 315-329.

Pérez-Silva, E., E. Aguirre-Acosta y T. Herrera. 1983. Descripción y nuevos registros de hongos micoparásitos de México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18: 71-84.

Pérez-Silva, E., T. Herrera y M. Esqueda. 1999. Species of *Geastrum* (Basidiomycotina: Geastraceae) from Mexico. *Revista Mexicana de Micología* 15: 89-104.

Polaco, O. J., G. Guzmán, L. Guzmán-Dávalos y T. Álvarez. 1982. Micofagia en la rata montera *Neotoma mexicana* (Mammalia, Rodentia). *Revista Mexicana de Micología* 1: 114-119.

Quintos, M., L. Varela y M. Valdez. 1984. Contribución al estudio de los macromicetos, principalmente ectomicorrícicos en el estado de Durango. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 19: 283-290.

Ramírez-López, I. y M. Villegas-Ríos. 2007. El conocimiento taxonómico de *Geoglossaceae sensu lato* (Fungi: Ascomycetes) en México con énfasis en la zona centro y sur. *Revista Mexicana de Micología* 25: 41-49.

Raymundo, T., M. Contreras, S. Bautista-Hernández *et al.* 2012a. Hongos tremeloides del Bosque Las Bayas, municipio de Pueblo Nuevo, Durango, México. *Polibotánica* 33: 85-103.

Raymundo T., R. Díaz-Moreno, S. Bautista- Hernández *et al.* 2012b. Diversidad de ascomicetes en Bosque Las Bayas, Municipio de Pueblo Nuevo, Durango, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 1-14.

Raymundo, T., R. Valenzuela, R. Díaz-Moreno *et al.* 2012c. La familia Hymenochaetaceae en México v. Especies del bosque Las Bayas, Durango. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 36: 35-49.

Raymundo, T., S. Bautista-Hernández, E. Aguirre-Acosta *et al.* 2012d. Nuevos registros de Pezizales (Pezizomycetes, Ascomycota) en México. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 36:13-21.

Raymundo, T., C. Decock, R. Valenzuela *et al.* 2012e. Nuevos registros del género *Fomitiporia* Murrill (Hymenochaetales, Basidiomycota) para México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 313-328.

Rayner, A.D.M. y Boddy L. 1988. *Fungal decomposition of wood: Its biology and ecology.* John Wiley and Sons, Chichester.

Rinaldi, A.C., O. Comandini y T.W. Kuyper. 2008. Ectomycorrhizal fungal diversity: separating the wheat of the chaff. *Fungal Diversity* 33: 1-45.

Rodríguez-Alcantar, O., R. Valenzuela, S. Herrera y R. Díaz-Moreno.1996. Nuevo registro de *Coltricia montagnei* (Fr.) Murrill (Aphyllophorales, Hymenochaetaceae) para México. *Boletín IBUG* 4: 61-64.

Rodríguez-Scherzer, G. y L. Guzmán-Dávalos. 1984. Los hongos (macromicetos) de la Reserva de la Biosfera de la Michilía y Mapimí, Estado de Durango. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 19: 159-168.

San Martín, F., P. Lavín y E. Pérez-Silva. 1998. Xylariaceae fimícolas: *Xylaria equina* sp. nov. y nuevos registros mexicanos de *Xylaria pileiformis* y *Poronia erici. Acta Botánica Mexicana* 42:15-23.

Santillán, R.E. y R. Valenzuela. 1986. La familia Hygrophoraceae en México I. Especies no citadas anteriormente. *Revista Mexicana de Micología* 2: 206-217.

Sarukhán, J., J. Soberon y J. Larson-Guerra. 1996. Biological Conservation in a High Beta-diversity Country. En: *Biodiversity, science and development: towards a new partnership.* F. di Castri y T. Younès (eds.). IUBS/CAB International, pp. 246-263.

Sarukhán J. y G. García. 2003. Hacia un mejor conocimiento de la biodiversidad de Sinaloa. En: *Atlas de los ecosistemas de Sinaloa.* El Colegio de Sinaloa. México, pp. 13-24.

Schwarze, F.W., M.R., J. Engels y C. Mattheck. 2000. *Fungal strategies of wood decay in trees.* Springer.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Urista, E., J. García y J. Castillo. 1985. Algunas especies de Gasteromicetos del norte de México. *Revista Mexicana de Micología* 1: 471-523.

Valenzuela, R., R. Nava y J. Cifuentes. 1994. El género *Albatrellus* (Albatrellaceae, Aphyllophorales) en México I. *Revista Mexicana de Micología* 10: 113-152.

—. 1996. La familia Hymenochaetaceae en México I. El género *Hydnochaete* Bres. *Polibotánica* 1: 7-15.

Valenzuela, R., M.R. Palacios-Pacheco, T. Raymundo y S. Bautista-Hernández. 2006. Especies de poliporáceos poco conocidas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 35-49.

Wagner, T. y M. Fischer. 2002. Proceedings towards a natural classification of the worldwide taxa *Phellinus* s.l. and *Inonotus* s.l., and phylogenetic relationships of allied genera. *Mycologia* 94(6):998-1016.

Hongos degradadores de la madera

Raúl Díaz Moreno • Elvira Aguirre Acosta • Ricardo Valenzuela • Tania Raymundo

INTRODUCCIÓN

Se refiere a un grupo de hongos capaz de utilizar la madera como nutrimento, al digerir con enzimas la lignina y la celulosa de las paredes celulares vegetales (Gilbertson 1980). La mayoría de las especies de estos hongos se alimentan de árboles muertos (saprobios), por lo que son importantes recicladores de materia orgánica en el suelo de los bosques. Otros causan enfermedades en los árboles que pueden llegar a ser tan importantes como las ocasionadas por insectos u otros organismos (figura 1).

Por lo general, los hongos causantes de la pudrición no atacan a un árbol sano, ya que para esto requieren de una entrada al tejido leñoso central maduro de las raíces, tallos o ramas (duramen). Las heridas causadas por animales como los roedores, aves e insectos; factores ambientales como los rayos, el viento, la nieve y el exceso de calor, frío o el fuego, así como actividades humanas pueden dañar al árbol, permitiendo la entrada de los hongos al duramen (Scharpf 1993). Los árboles viejos son particularmente propensos al ataque de hongos, y los árboles más jóvenes pueden sufrir pérdida de biomasa en algún momento.

Las aberturas naturales en el árbol —como los hidátodos, estomas, etc.—, pueden ser el medio de entrada de estos hongos. La invasión al duramen en árboles en pie usualmente tiene poco efecto sobre el vigor del árbol, o sobre su capacidad para sobrevivir en un bosque natural competitivo (Gibson y Salinas-Quinard 1985). Sin embargo, cuando una situación de pudrición del duramen presenta un avanzado estado y las raíces han sido debilitadas, el árbol puede ser fácilmente derribado por el viento, lo cual representa un riesgo en las áreas urbanas y recreacionales.

Una vez que se corta el árbol, los hongos atacan la madera externa (albura), en caso de que la humedad y algunas otras condiciones como la temperatura y pH sean favorables para su desarrollo. La pudrición y las manchas producidas en el tejido leñoso externo provoca que, especialmente los de madera dura, sean de muy poco valor económico. Su importancia radica en que son los principales descomponedores de compuestos lignocelulósicos de la madera, reciclan nutrientes y aportan materia orgánica al suelo, son generadores de hábitat y alimento para otros organismos y disminuyen el riesgo de incendios forestales. Debido al impacto negativo en materia económica, el objetivo del presente estudio es señalar cómo se pueden identificar estas pudriciones en campo, las cuales están basadas en: a) tipo de pudrición que produce, b) especies de hongos que las causan, y c) de acuerdo a la zona del hospedero atacado (Scharpf 1993).

a) Tipos de pudriciones

En términos generales, hay dos tipos de pudriciones y deterioros que se encuentran en árboles en pie:

Pudrición blanca

Indica el efecto de la actividad de los hongos que pueden consumir la lignina tan rápidamente como otros azúcares; la madera se descompone en forma fibrosa, tomando una coloración más clara con respecto a la normal. Esta pudrición es causada por un amplio número de hongos, muchos de los cuales forman grandes y prominentes cuerpos fructíferos[1] que liberan muchas esporas, dentro de los que destacan *Phellinus, Cryptoporus, Trichaptum* y los mencionados en el cuadro 1.

Pudrición café u oscura (o cúbica)

Es causada por hongos que tienden a descomponer rápida o preferentemente la celulosa, hemicelulosa, pentosas

1 Los cuerpos fructíferos o esporóforos de los basidiomicetes descomponedores de la madera, se forman cerca del punto de entrada del hongo, cerca de la base del árbol, en cancros (lesiones necróticas que se producen en tallos y ramas). Estos esporóforos pueden ser anuales o perennes, en ellos se producen basidiosporas durante una parte o casi toda la estación de crecimiento, las cuales son llevadas por el viento, la lluvia o los animales hasta los árboles vecinos (Agrios 2005).

Díaz-Moreno, R., E. Aguirre-Acosta, R. Valenzuela y T. Raymundo. 2017. Hongos degradadores de la madera. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 290-293.

Figura 1. Hongos degradadores de madera: a) *Serpula himantioides*, b) *Spongipellis pachyodon*, c) *Stereum ostrea*, d) *S. subtomentosum*, e) *Trametes versicolor*, f) *Trichaptum abietinum*, g) *Xylobolus illudens*.
Fotos: *Tania Raymundo (a, d, e, f, g), Ricardo Valenzuela (b), Elvira Aguirre-Acosta (c).*

Cuadro 1. Hongos que causan pudrición blanca

Nombre científico	Afecta	Forma	Especies afectadas
Phellinus spp.	Postes de cercas o maderas almacenadas y húmedas	En forma de repisa, resupinados o efuso reflejado	En coníferas, en maderas duras y numerosas especies de otros géneros
Cryptoporus volvatus	Reduce el precio de venta de la trocería derivada de saneamientos	Presenta basidiomas globosos de tamaño variable	Ataca abetos y pinos
Trametes versicolor	Es de los hongos que pudren madera más comunes en México	Basidioma anual, resupinado, pileado-sésil, o efuso reflejado	Encinos y árboles de madera dura, ya sea vivos o como madera en uso
Trichaptum abietinum, T. biforme y *T. fusco-violaceum*	Afecta árboles que fueron dañados por el fuego, viento, etc., o bien por insectos descortezadores	Basidioma anual, resupinado, pileado-sésil, o efuso reflejado	Se presentan comúnmente en abetos y pinos
Pycnoporus sanguineus	Son causantes de pudrición en postes y construcciones rurales de madera no tratada	Basidioma anual, pileado-sésil, adherido al sustrato, de color rojo	Se encuentra sobre encino, salix, durazno, huizache, etc.
Schizophyllum spp.	Se presenta en ramas y troncos en descomposición	Basidioma sésil, en forma de abanico	Especies comunes en madera de angiospermas
Stereum ostrea, S. complicatum, S. gausapatum, S. ochraceoflavum y *S. subtomentosum*	Afectan postes y madera estructural que no esté preservada	Basidiomas pileado sésiles de consistencia coriácea	Principalmente de encinos
Spongipellis pachyodon	Afecta ramas y troncos de árboles vivos de encino	Basidioma efuso-reflejado, simple o sobrepuesto	Principalmente en encinos como saprófito o parásito
Xylobolus illudens	Sobre ramas de eucalipto y encino	Basidiomas efuso-reflejado	Sobre eucaliptos

Fuente: Díaz-Moreno *et al.* 2005, Cibrián *et al.* 2007.

y carbohidratos; la lignina queda como residuo de la madera podrida (Gibson y Salinas-Quinard 1985). La madera adquiere una coloración de color café y una consistencia suave con fracturas que forman cubos. Como ejemplo de esto tenemos a *Gloeophyllum mexicanus* (que ataca pinos), *G. sepiarium* (ataca abetos), *G. striatum* (afecta maderas tropicales en uso); sus basidiomas aparecen en la superficie de la madera de vigas, tablas, postes, etc.; son anuales o perennes, sésiles a anchamente adheridos, en forma de repisa y elongados a lo largo del sustrato, corchosos, aplanados. Píleo finamente tomentoso, el himenóforo con poros irregulares a dedaloides y ocasionalmente con algunas láminas.

b) Especies de hongos que la causan

Además de los mencionados anteriormente, hay otros hongos superficiales, y dentro de estos se pueden mencionar mohos superficiales. Dentro del gran número de especies de estos hongos se pueden mencionar los géneros *Alternaria, Cladosporium, Epicoccum, Gliocladium, Fusarium, Penicillium, Rhizopus* y *Trichoderma.* Entre los hongos manchadores de albura de árboles recién cortados destacan *Ceratocystis* y *Ophiostoma*, y dentro de los hongos manchadores internos están *Diplodia, Cladosporium* y *Torula.*

c) De acuerdo a la zona del hospedero atacado

De acuerdo con las partes del hospedero atacado, afectan principalmente el follaje, inflorescencia, la raíz y el tallo.

CONTROL DE LAS PUDRICIONES

Es imposible controlar las pudriciones y descomposiciones de la madera en el bosque, pero las pérdidas pueden reducirse de la siguiente forma:

1. Mediante prácticas de manejo que disminuyan o eliminen la posibilidad de que se introduzca el hongo en los árboles.
2. Llevando a cabo la tala y el entresacado de los árboles.
3. Cosechar árboles antes de que lleguen a la edad de susceptibilidad extrema a los hongos que pudren la madera (turno fitopatológico).

La mayoría de los poliporáceos están restringidos a madera dura no viva en hospederos vivos y no invaden ni matan tejido vivo, por lo que se les considera hongos pudridores del duramen. Un pequeño número de estos son verdaderos patógenos y son capaces de invadir y matar el floema causando la muerte de los hospederos vivos.

La actividad que tienen estos hongos en la naturaleza es considerada de gran importancia por el aporte de nutrimentos que brindan a los bosques. Por otro lado, las pérdidas económicas que ocasionan en el país y particularmente en Durango son significativas, por lo que se recomienda un manejo integrado de estas áreas boscosas.

REFERENCIAS

Agrios, J.N. 2005. *Plant Phatology.* Fifth Edition. Elsevier Academic Press.

Cibrián, D., D. Alvarado y S.E. García. 2007. *Enfermedades forestales en México/Forest diseases in Mexico.* Universidad Autónoma Chapingo/CONAFOR/SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA/NRCAN Forest Service, Canadá/Comisión Forestal de América del Norte/COFAN/FAO. Chapingo.

Díaz-Moreno, R., R. Valenzuela y J. Marmolejo. 2005. Flora micológica de bosques de pino y pino-encino en Durango, México. *Ciencia UANL* 8: 262-269.

Gibson, I.A.S. y R. Salinas-Quinard. 1985. Notas sobre enfermedades forestales y su manejo. SARH. Boletín técnico 106.

Gilbertson, R.L., 1980. Wood rotting fungi of North America. *Mycologia* 72: 1-49.

Scharpf, R.F. 1993. *Diseases of Pacific coast conifers.* USDA Forest Service. Agriculture Handbook.

Hongos fitopatógenos

Raúl Díaz Moreno • Elvira Aguirre Acosta • Ricardo Valenzuela • Tania Raymundo

INTRODUCCIÓN

Los hongos fitopatógenos son aquellos que viven a expensas de las plantas, ya sea fuera o dentro de ellas, a veces como parásitos primarios y en otras ocasiones como secundarios u oportunistas, causando diversas enfermedades (Agrios 2005). Algunos ejemplos de ellas se mencionan en los cuadros 1-4 (Díaz-Moreno *et al.* 2005, Cibrián *et al.* 2007).

La importancia de los hongos que causan enfermedades en el follaje se acentúa en los árboles desarrollados en plantaciones y áreas urbanas. En los bosques naturales son pocas las especies de hongos que causan enfermedades de importancia económica. Los efectos negativos que ocasionan son la muerte del follaje, la pérdida de vigor y, por consecuencia, la predisposición al ataque de otros agentes.

El término cancro[1] se refiere a una enfermedad causada por hongos que se desarrolla en el floema, el cambium y las primeras capas de xilema de árboles vivos, es decir, en troncos y ramas. Los hongos que causan cancros, en su mayoría, son parásitos débiles, y requieren que el hospedero se encuentre debilitado por factores externos.

Las enfermedades causadas por hongos que afectan a la raíz de los árboles son de gran importancia en ambientes templados y tropicales, aunque en bosques naturales su relevancia es menor. La detección de este tipo de patógenos es difícil y, a menudo, cuando se detecta la enfermedad es demasiado tarde para impedir la muerte del árbol.

En México se reconocen 571 especies de royas, ubicadas dentro de 48 géneros (apéndice 2). Todas son patógenos obligados de plantas vivas; algunas tienen gran importancia económica en la agricultura y la dasonomía (Cibrián *et al.* 2007). Los ciclos de las royas son complejos; muchas especies requieren de dos hospederos no relacionados para completar un ciclo, aunque otras pueden hacerlo en un solo hospedero. Algunas afectan monocotiledóneas, otras coníferas y la mayoría angiospermas. La importancia de las royas como causantes de enfermedades forestales es grande. Entre las especies de mayor importancia en el estado se encuentra a la roya agalladora de conos de pino (*Cronartium conigenum*), la roya esférica del pino-encino (*C. quercuum quercuum*), la roya estalactiforme (*C. coleosporioides*), la roya de las ramas de pino (*C. arizonicum*), la roya de las acículas de pino (*Coleosporium* sp.), la roya de la picea (*Chrysomyxa*sp.), la roya de las hojas del sauce y álamo (*Melampsora epitea*) y la roya del cedro y junípero (*Gymnosporangium* spp.).

También se tienen enfermedades de marchitamiento y pudrición como la ocasionada por *Verticillium albo-atrum* en eucalipto, encino y olmo. Existen pocos reportes en especies forestales, pero se ha detectado en vid, árboles frutales de manzano, durazno, nogal y aguacate, ocasionando los síntomas de marchitez en el follaje. En bosques naturales, principalmente con árboles viejos o después de severos problemas de incendios o falta de un manejo silvícola adecuado, existe una incidencia de pudrición de corazón.

De las 271 especies xilófagas (apéndice 1), 78 son consideradas como patógenos de importancia forestal por Cibrián *et al.* (2007). Destacan, entre otras, *Heterobasidion annosum, Fomitopsis pinicola, F. cajanderi, Armillaria mellea, A. ostoyae, Pseudoinonotus dryadeus, Ganoderma curtisii, Laetiporus sulphureus* y *Phaeolus schweinitzii* como causantes de muerte de árboles de los bosques de encino, pino y coníferas de Durango, y tienen importancia forestal en las zonas templadas de México, Estados Unidos y Canadá.

PÉRDIDAS ECONÓMICAS

Para Durango no se tienen registros específicos acerca de las pérdidas económicas que ocasionan las diversas enfermedades en las plantas.

1 El cancro es una lesión necrótica en la corteza del tronco o raíz, a veces extendiéndose al xilema.

Díaz-Moreno, R., E. Aguirre-Acosta, R. Valenzuela y T. Raymundo. 2017. Hongos fitopatógenos. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 294-299.

Cuadro 1. Enfermedades del follaje

Nombre científico	Afecta	Forma	Especies afectadas
Phaeocryptopus gaeumannii	Causa daños severos en árboles de navidad	Cuerpos fructíferos (seudotecios) en acículas verdes	Tizón suizo en *Pseudotsuga*
Elytroderma deformans	Reduce el crecimiento y vigor y propicia la entrada de descortezadores	Pueden formar el llamado síntoma de escoba de brujas	Caída de acículas en pino
Capnodium spp.	Afectan la calidad estética de las plantas	Presenta hifas oscuras que están inmersas en el líquido azucarado excretado por los insectos	Fumagina de latifoliadas y coníferas

Fuente: Díaz-Moreno *et al.* 2005, Cibrián *et al.* 2007.

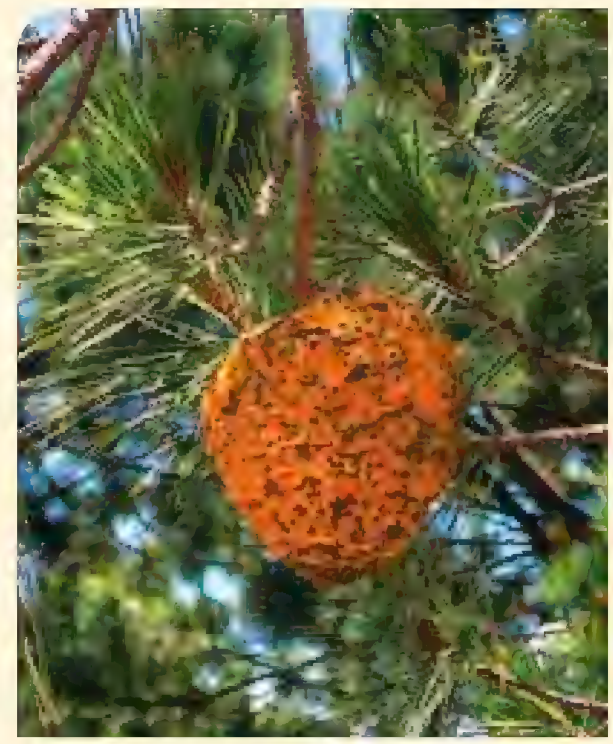
Cuadro 2. Enfermedades en ramas y troncos

Nombre científico	Afecta	Forma	Especies afectadas
Atropellis pinicola	En árboles susceptibles se presentan gran número de cancros y existe muerte de ramas, las cuales muestran follaje café rojizo al morir	En la parte media del cancro se forman apotecios de color oscuro, casi negros	Cancro en pino
Botryosphaeria dothideae	Provoca muerte de puntas y ramillas; los árboles grandes con infecciones en las ramas muertas son de color rojo en toda la copa	Produce conidios en picnidios y en los cánceres se forman los seudotecios	Cancro en arctostafilo, ciprés, fresno, eucalipto y encino
Cryptosphaeria lignyota	Causa la muerte de puntas y ramas de árboles establecidos en sitios con sequías prolongadas	La superficie de la corteza es grisácea oscura; con una gran cantidad de peritecios individuales y con un poro evidente	Cancro en álamo
Fusarium circinatum	Los árboles infectados muestran exudación de resina, en troncos, ramas o puntas	Presenta microconidios típicos de forma oval, unicelulares y macroconidos alargados y curvos (forma típica de canoa o de hoz), de una a cuatro células	Cancro resinoso en pino
Cytospora chrysosperma	Provoca agrietamientos en la corteza y formación de cancros en tronco y ramas	Forma cirros de color rojo-naranja, naranja o amarillos, que parecen cabellos delgados, rizados, frágiles cuando secos y viscosos cuando húmedos	Cancro en sauce y álamo

Fuente: Díaz-Moreno *et al.* 2005, Cibrián *et al.* 2007.

A

B

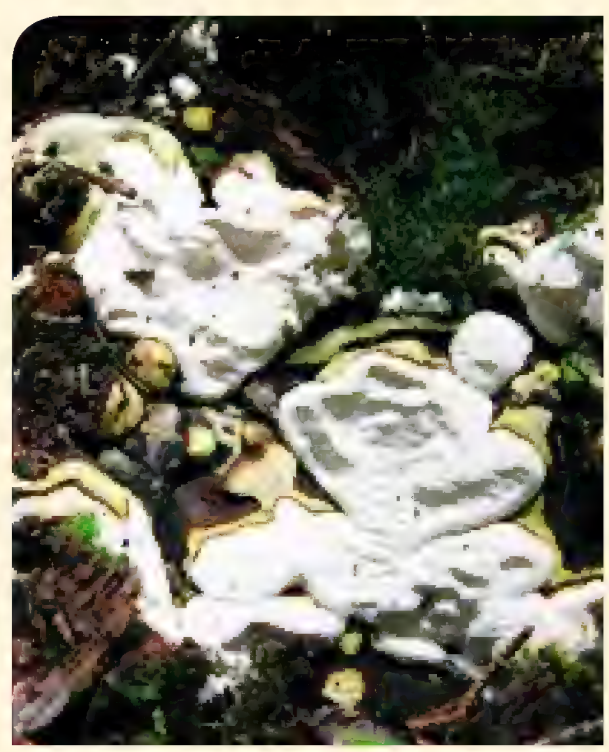

C

D

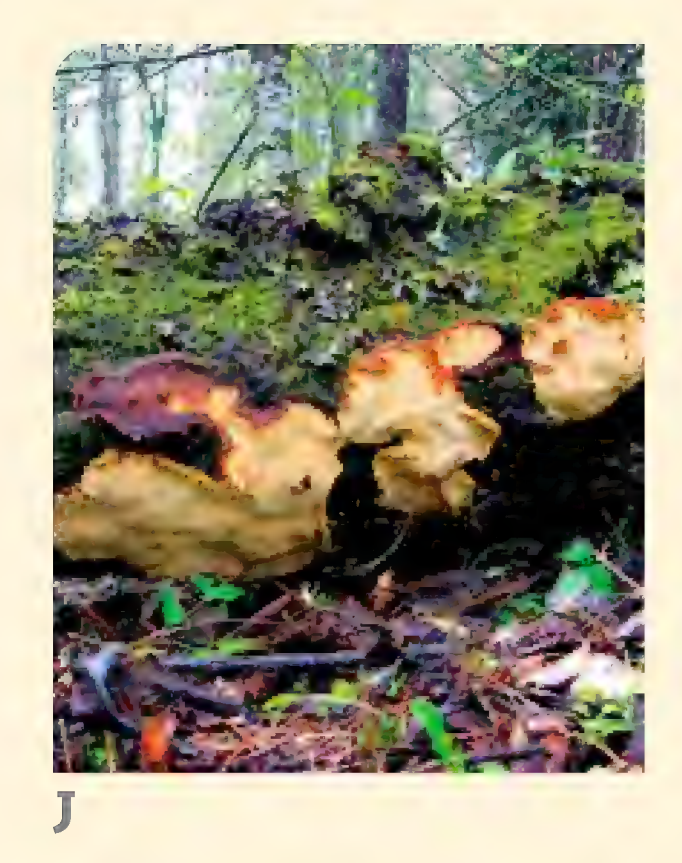
E

F

G

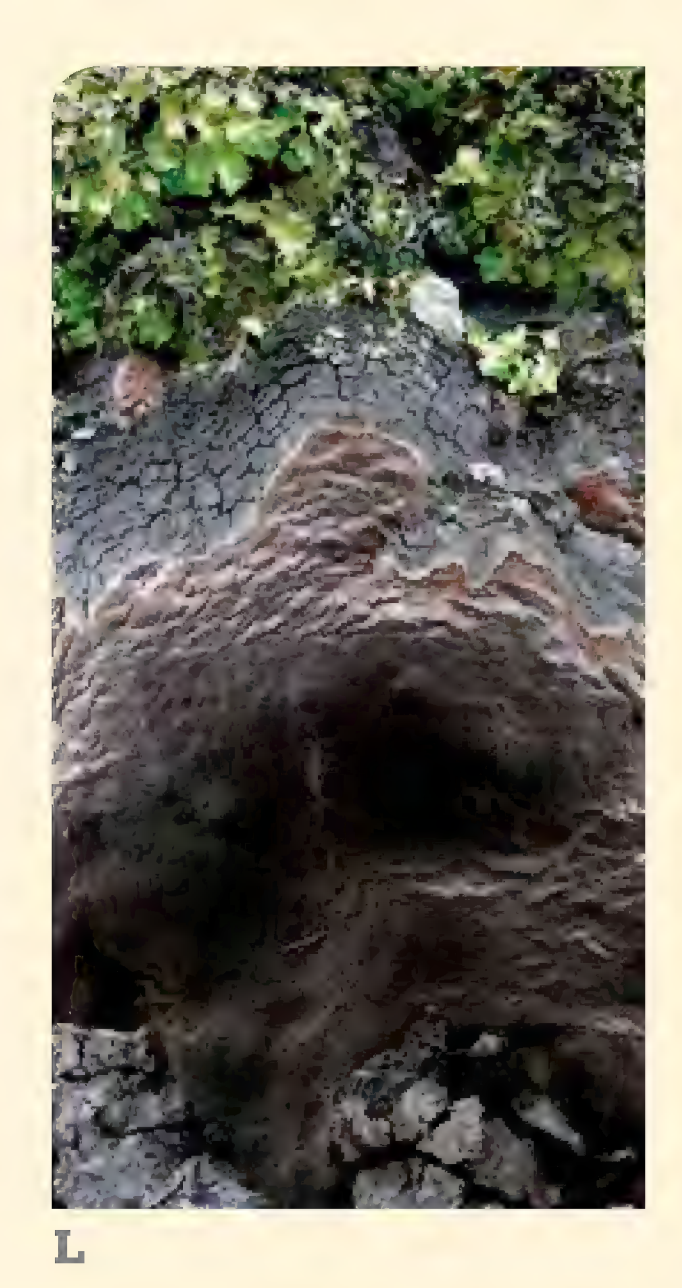

H

I

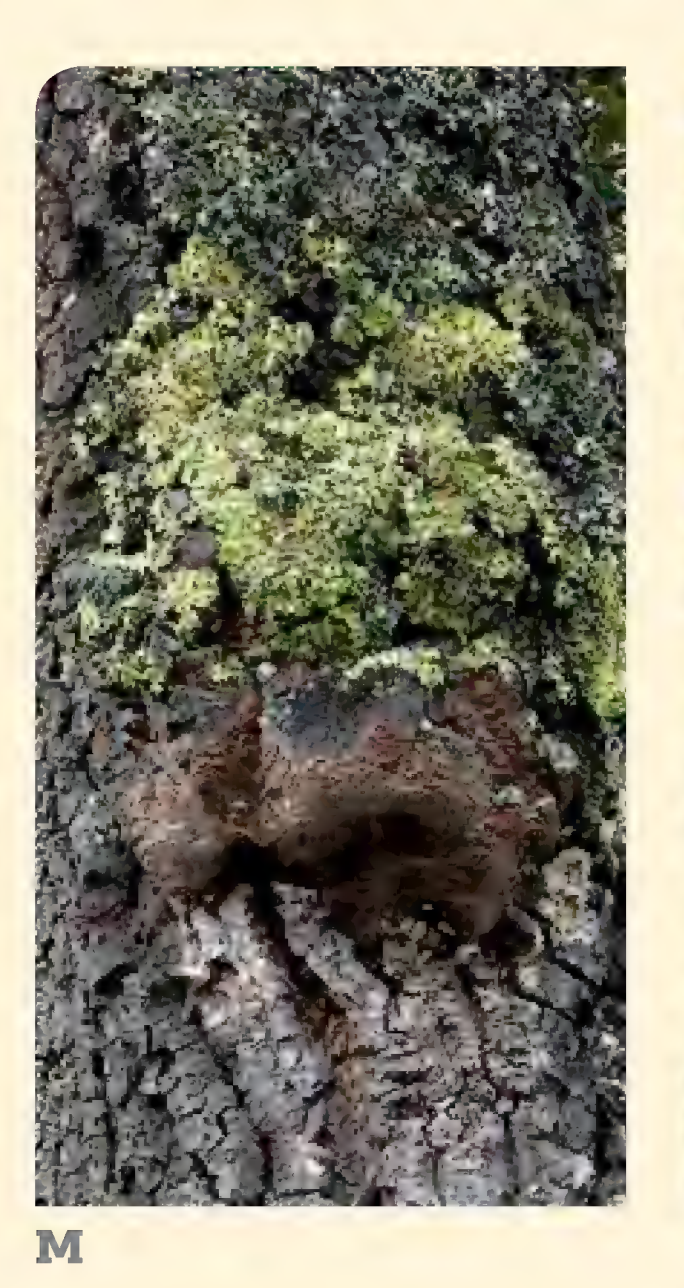


J

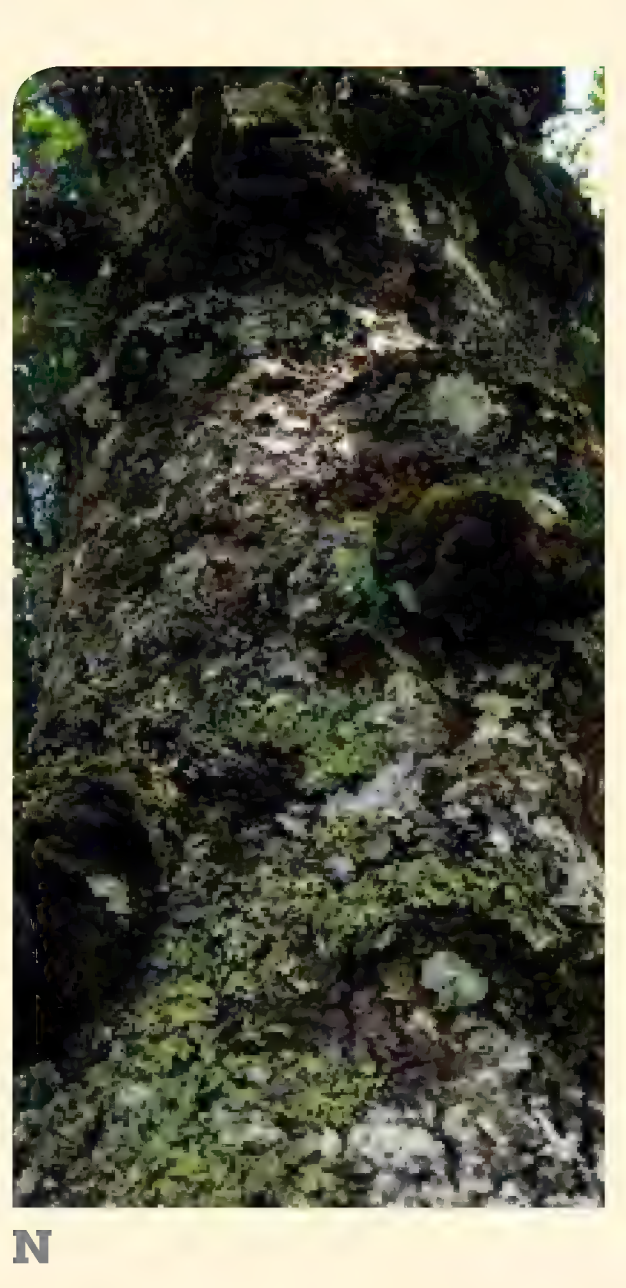
K



L



M



N

Figura 1. Hongos patógenos forestales: a-b) *Armillaria ostoyae*, c-d) *Cronartium conigenum* fase espermogonial[1] y ecial,[2] e) *C. conigenum* fase uredial,[3] f-g) *Fomitopsis pinicola*, h) *Heterobasidion annosum*, i-j) *Inonotus fulvomelleus*, k) *Phaeolus schweinitzii*, l-n) *Phellinus laevigatus*.

Fotos: *Tania Raymundo (a, b, f, g, h), Ricardo Valenzuela (c, d, e, i, j, k, l, m, n).*

[1] Cuerpo fructífero de las royas en las que se forman los gametos.
[2] Fase que lleva las eciosporas, las cuales son uno de los diferentes tipos de esporas que forman las royas.
[3] Estructura fructífera de las royas en las que se forman las urediosporas, la cual es una espora binucleada.

Cuadro 3. Enfermedades de la raíz

Nombre científico	Afecta	Forma	Especies afectadas
Armillaria mellea	Hospederos vivos y muertos o en el suelo, cerca de madera o raíces enterradas	Los basidiomas se identifican por sus píleos de color miel a amarillento	Pudrición de raíz en pino, encino, abeto y *Pseudotsuga*
Heterobasidion annosum	En árboles jóvenes es capaz de ocasionar muerte rápida y en adultos reduce el crecimiento en diámetro y altura	En la base de los árboles infectados se forman los basidiomas, los cuales son perennes, resupinados a efuso-reflejados	Pudrición de raíz en pino, abeto y *Pseudotsuga*
Ganoderma applanatum, G. curtisii G. lobatum	Los árboles infectados tienen muerte descendente de la copa, la punta del árbol y de las ramas principales; el follaje es reducido, clorótico y caedizo	Los basidiomas son estipitados lateralmente, en forma de riñón o flabeliformes, corchosos, cubiertos por una costra lisa, delgada, brillante, de color marrón amarillento, marrón anaranjado o marrón rojizo	Pudrición de cuello de raíz de casuarina, cedro, olmo, pirul
Phaeolus schweinitzii	Causa pudrición del cuello de raíz en árboles vivos y crece sobre maderas muertas	Los basidiomas pueden ser solitarios o gregarios, de forma circular, aterciopelados y hundidos en el centro, de color marrón rojizo	Pudrición café del cuello de raíz de coníferas
Inonotus dryadeus Pseudoinonotus dryadeus	Causa con frecuencia la muerte de encinos rojos y blancos en bosques naturales	Basidiomas anuales, pileado-sésiles, dimidiados en forma de repisa semicircular, solitarios a imbricados	Pudrición de la raíz de encinos
Phymatotrichum omnivorum Phymatotrichopsis omnivora	Presenta un declinamiento descendente y marchitamiento de las ramas más altas. En la raíz se observa pudrición, la corteza se separa fácilmente y se presenta una necrosis vascular de color marrón rojizo	A simple vista se puede observar sobre la corteza los cordones miceliares de color marrón claro a oscuro de apariencia afelpada	Pudrición texana de la raíz con más de 2 300 especies de hospederos dicotiledóneas

Fuente: Díaz-Moreno *et al.* 2005, Cibrián *et al.* 2007.

Actualmente se han identificado más de 200 especies de plagas y enfermedades, de las cuales 50% pertenecen a los insectos, 30% a enfermedades que causan royas y pudriciones, y 20% causadas por plantas parásitas (SEMARNAP y UACH 1999).

CONCLUSIONES

El estado no cuenta con un documento en el que se traten específicamente las enfermedades ocasionadas por hongos patógenos, por lo que es indispensable hacer un trabajo de este tipo, ya que el estado presenta una vocación eminentemente forestal y, en la parte suroeste, agrícola.

REFERENCIAS

Agrios, J.N. 2005. *Plant Pathology.* Fifth Edition. Elsevier Academic Press.

Cibrián, D., D. Alvarado y S.E. García. 2007. *Enfermedades forestales en México/Forest diseases in México.* Universidad Autónoma Chapingo/CONAFOR/SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA/NRCAN Forest Service, Canadá/Comisión Forestal de América del Norte/COFAN/FAO. Chapingo.

Díaz-Moreno, R., R. Valenzuela y J. Marmolejo. 2005. Flora micológica de bosques de pino y pino-encino en Durango, México. *Ciencia UANL* 8: 262-269.

SEMARNAP y UACH. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y Universidad Autónoma Chapingo. 1999. *Atlas forestal de México.* SEMARNAP/UACH. México.

Cuadro 4. Pudrición en árboles vivos

Nombre científico	Afecta	Forma	Especies afectadas
Phellinus pini	Es el hongo de mayor importancia como degradador del duramen de la madera de árboles vivos	Los basidiomas en forma de repisa a ungulados, de hasta 15 cm de diámetro; son sésiles y perennes	Pudrición del duramen en pino
Phellinus tremulae	Causa la pudrición del corazón de árboles jóvenes a maduros, reduciendo el crecimiento y causando su muerte	El basidioma es perenne, pileado-sésil, semiungulado a semiefuso a efuso-reflejado, de consistencia leñosa	Pudrición de la madera de chopo
Phellinus badius *Ph. everhartii,* *Ph. gilvus,* *Ph. hartigii,* *Ph. laevigatus* y *Ph. robustus*	Pudrición de corazón	Basidiomas por lo general duros, leñosos, fibrosos, de colores canela a pardo	Leguminosas, eucalipto, encino y abeto
Inonotus circinatus *I. dryophilus* *I. rheades,* *I. farlowii,* *I. munzii*	Todas las especies causan pudrición blanca en árboles vivos o madera muerta de coníferas y angiospermas	Este género presenta basidiomas anuales, resupinados, efuso reflejados, sésiles o estipitados, solitarios o imbricados, de color amarillo a marrón rojizo	Pino, encino, álamo, sauce y pirul
Fomitopsis pinicola	Se encuentra en la base de árboles vivos que tuvieron grandes lesiones en ésta; también es frecuente en tocones y troncos de árboles derribados	El basidioma es de gran tamaño, perenne, pileado-sésil, aplanado a ungulado y de consistencia leñosa	Pudrición de albura en abeto y pino
Fomitopsis cajanderi	La pudrición que causa en el centro de árboles vivos reduce el valor comercial de la madera	Los basidiomas son sésiles a efuso reflejados, solitarios o imbricados. Margen entero, ondulado o lobulado, con líneas concéntricas de color oscuro, borde rosáceo cuando frescos	Pudrición de cuello en seudotsuga y pino
Coriolopsis gallica	La madera con pudrición pierde su resistencia mecánica y ofrece alto grado de peligro para personas y bienes	El basidioma es anual, pileado-sésil, semicircular o alargado, imbricado, de consistencia corchosa. Píleo densamente hirsuto, blanquecino a grisáceo	Pudrición de sauce y chopo

Fuente: Díaz-Moreno *et al.* 2005, Cibrián *et al.* 2007.

Flora vascular

Martha González Elizondo • M. Socorro González Elizondo • Irma Lorena López Enríquez • Jorge Alberto Tena Flores

INTRODUCCIÓN

Las plantas vasculares, también conocidas como traqueofitas o plantas superiores, son los organismos más evolucionados del reino Plantae. La mayoría de las plantas terrestres son plantas vasculares. Las hierbas, arbustos y árboles que vemos por la ventanilla de un vehículo cuando hacemos recorridos por tierra a través de los diversos ecosistemas de nuestro país —desde los desérticos hasta los selváticos— son plantas vasculares, así como las que plantamos en parques y jardines, de las que obtenemos madera y fibra, y la mayoría de las que comemos.

El reino Plantae incluye, además de las plantas superiores, a un diverso conjunto de organismos que se conoce tradicionalmente como plantas inferiores y que incluye a todas las algas (unicelulares y pluricelulares; verdes, rojas, pardas, etc.; de agua dulce o marinas) y a las briofitas (musgos y otros organismos). Las plantas vasculares se diferencian de dichos organismos por poseer tejidos conductores de nutrientes, agua y sales, los cuales además constituyen el origen de los tejidos de soporte de los que evolucionaron las raíces y los tallos característicos de las plantas superiores. En la figura 1 se esquematiza la posición de las plantas vasculares dentro del reino Plantae, así como su clasificación general utilizando tanto los nombres tradicionales como los consignados en las clasificaciones más recientes.

Estas clasificaciones, basadas en relaciones evolutivas, indican la existencia de varios grupos y subgrupos naturales. Sin embargo, por fines prácticos en este capítulo se dividen en dos grupos principales:

1. Pteridofitas y plantas afines (helechos, equisetos, licopodios, hepáticas); son las más primitivas, se reproducen por medio de esporas y en conjunto no pasan de 14 000 especies conocidas.
2. Espermatofitas o plantas con semilla; son el grupo más evolucionado y el más numeroso (270 000 especies conocidas). Se han diferenciado en gimnospermas (semilla desnuda, no contenida en un fruto) y angiospermas (con flores y semillas contenidas en un fruto).

El total de especies de gimnospermas que viven en la actualidad apenas sobrepasa las 800, entre las que destacan las Pinophytas (600 especies), también conocidas como coníferas, ya que las semillas están contenidas en una estructura protectora llamada cono. Así, la inmensa mayoría de las plantas vasculares son angiospermas, y de estas, la mayor parte corresponde a dos grupos principales: monocotiledóneas (con un solo cotiledón) y verdaderas dicotiledóneas (con dos cotiledones).

El resto, una pequeña parte de las angiospermas, no pertenece a ninguno de estos grupos; sin embargo, se han agrupado dentro de las dicotiledóneas. En esta situación se encuentran las ninfas (Nymphaceae) (figura 2), las magnolias (Magnoliaceae), y las de la familia del aguacate y el laurel (Lauraceae), entre otras.

En este trabajo se considera la clasificación de angiospermas según Cronquist (1981), quien las llama en conjunto Magnoliophyta y las subdivide en dos clases: Liliopsida y Magnoliopsida, que se corresponden de manera parcial con los grupos que tradicionalmente se han conocido como monocotiledóneas y dicotiledóneas, respectivamente (figura 1).

DIVERSIDAD

La flora de Durango conocida hasta la fecha incluye 4 633 especies de plantas vasculares agrupadas en 196 familias y 1 167 géneros (cuadro 1). Coincidiendo con la diversidad de los diferentes grupos en la flora mundial, en el estado las angiospermas (Magnoliopsida y Liliopsida) son el grupo de plantas vasculares mejor representados (89% de las familias y 95% de los géneros y las especies), los helechos y plantas similares (Pteridophyta y afines) representan menos de 9% de las familias y menos

González-Elizondo, M., M.S. González-Elizondo, I.L. López-Enríquez y J.A. Tena-Flores. 2017. Flora vascular. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 301-317.

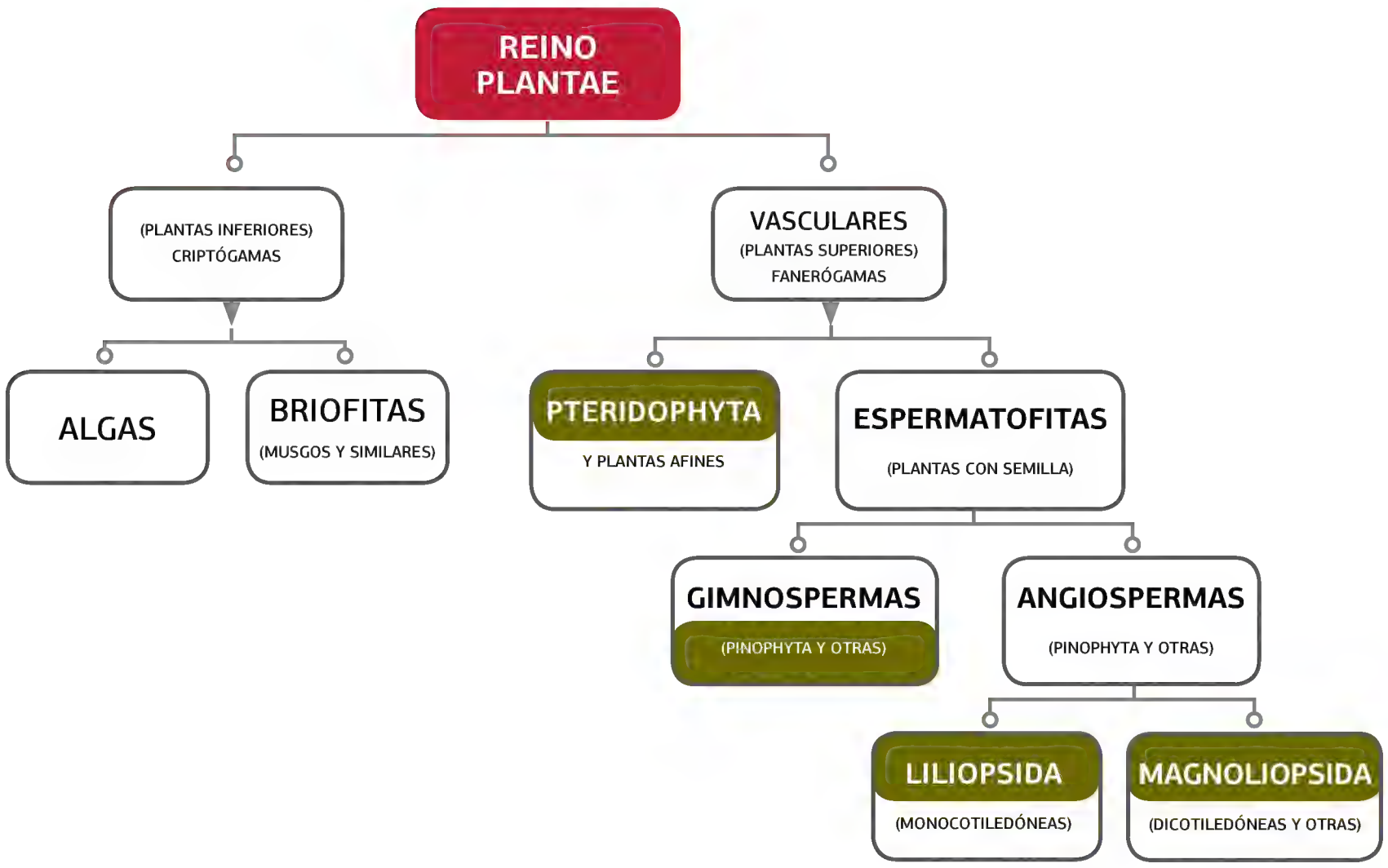


Figura 1. Clasificación general del reino Plantae, destacando los cuatro grupos de plantas vasculares considerados en este trabajo. Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Ninfa (*Nymphaea gracilis*, familia Nymphaeaceae). Planta tradicionalmente clasificada dentro de las dicotiledóneas; estudios recientes indican que en realidad pertenece a una línea evolutiva antigua, antes del surgimiento de las verdaderas dicotiledóneas.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Cuadro 1. Sinopsis de la flora del estado

Grupo	Familias	Géneros	Especies	Taxa infraespecífica
Pteridophyta y afines	17	44	177	22
Pinophyta	4	9	43	17
Magnoliopsida	142	890	3 532	603
Liliopsida	33	224	881	154
Total	**196**	**1 167**	**4 633**	**796**

Fuente: González-Elizondo *et al.* 2012a.

Cuadro 2. Representatividad de la flora de Durango en la flora de México

Grupo	Familias (%)	Géneros (%)	Especies (%)
Pteridophyta y afines	34.70	34.60	17.20
Pinophyta	57.10	64.30	30.40
Magnoliopsida	71.40	42.00	19.90
Liliopsida	67.30	41.00	19.50
Total	64.50	41.60	19.80

Fuente: elaboración propia con base en González-Elizondo *et al.* 2012*a* y considerando 23 424 especies para México según Villaseñor (2004).

de 4% de los géneros y especies de la flora estatal; mientras que las gimnospermas (Pinophyta y afines) son el grupo con menor cantidad de especies (González-Elizondo *et al.* 2012a). A reserva de los recientes cambios nomenclaturales[1] que modifican el número de taxa[2] y con base en la última estimación de Villaseñor (2004) del número de plantas vasculares para el país (23 424 especies), se encontró que la flora de Durango conocida hasta la actualidad incluye casi 20% de las especies y casi 42% de los géneros estimados para la flora de México (cuadro 2). Estos porcentajes resultan bastante altos si se considera que el territorio del estado representa tan sólo 6.3% del total del territorio nacional (CIIDIR 2005).

1 Nomenclatura en biología, se refiere al conjunto de reglas que rigen la asignación de los nombres científicos a los organismos.

2 El término taxa se refiere a cualquier categoría usada en taxonomía (ciencia de la clasificación biológica), desde Reino hasta especie y subespecie.

Cabe destacar el grupo de las Pinophytas y plantas afines, las cuales, aunque en términos de cantidad de especies representan poco menos de 1% de la flora de Durango, incluyen casi dos terceras partes de los géneros y una tercera parte de las especies registradas para México, por lo que podría considerarse como el grupo mejor estudiado en la entidad (apéndice 3).

Poco más de la tercera parte de la flora estatal (34.7%) corresponde a las tres familias botánicas que también han mostrado ser las más diversas de la flora del país. La familia de las compuestas (Asteraceae) incluye 17.9% del total de las especies (831) y es la que contiene mayor riqueza (185 géneros), como ocurre en general para México. Le siguen en importancia las leguminosas (Fabaceae) y las gramíneas (Poaceae). De las 193 familias restantes destacan Orchidaceae, con 39 géneros y 136 especies, y Cactaceae, con 32 géneros y 139 especies. Cactaceae y Orchidaceae, junto con otras

Cuadro 3. Familias con 100 o más especies en la flora del estado

Familia	Géneros	Especies	Taxa infraespecífica	Géneros (%)	Especies (%)
Asteraceae (Compositae)	185	831	182	15.70	17.90
Fabaceae (Leguminosae)	68	407	105	5.80	8.80
Poaceae (Gramineae)	91	366	73	7.80	7.90
Cactaceae	32	139	42	2.70	3.00
Orchidaceae	39	136	3	3.30	2.90
Euphorbiaceae	16	130	17	1.40	2.80
Cyperaceae	16	122	17	1.40	2.60
Lamiaceae (Labiatae)	20	107	9	1.70	2.30
Solanaceae	16	100	17	1.40	2.20

Fuente: González Elizondo *et al.* 2014.

cuatro familias (Cyperaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae y Solanaceae) en conjunto representan casi 16% de la flora de la entidad. Así, nueve familias, cada una con 100 o más especies, conforman poco más de 50% de la flora de la entidad (cuadro 3). En contraste, 121 familias (de 196) están representadas por 10 o menos especies; de estas, 39 se componen de una sola especie (apéndice 4).

En los siguientes capítulos se hace una breve reseña del conocimiento actual sobre cada una de las cinco familias principales de la flora de Durango Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Orchidaceae, Cactaceae y Fabaceae.

DISTRIBUCIÓN

Las áreas de mayor diversidad vegetal en Durango se localizan en la Sierra Madre Occidental (SMOCC), de donde se registran 51% de las especies y 37% de los géneros. La SMOCC es un importante corredor biológico y al mismo tiempo una barrera (Bye y Soltis 1979, Bye 1995). Alberga a una gran cantidad de especies periféricas, que alcanzan su límite norte o sur de distribución en el estado. Otras son endémicas de la SMOCC, como *Pinus cooperi* (figura 3), *Hydrangea seemannii* (figura 4) y *Parnassia townsendii*, entre muchas más.

En la zona árida y semiárida se distribuye 24%, tanto de las especies como de los géneros; 5.5% de las especies y 9% de los géneros son típicos del ecosistema intermedio entre el desierto y la sierra, como *Ipomoea stans* o *Karinia mexicana*; la región de las Quebradas (vertiente occidental de la SMOCC, con vegetación de tipo tropical), incluye 13% de las especies y 18% de los géneros, como *Ficus* spp. *Guazuma ulmifolia, Plumeria rubra, Ceiba acuminata, Amphipterygium adstringens*; 9.3% de los géneros y 5.4% de las especies presentan una distribución general o en dos o más ecosistemas; y 2% de los géneros y 1% de las especies son plantas escapadas de cultivo y naturalizadas.

ENDEMISMO

La situación biogeográfica intermedia de Durango resulta en un bajo porcentaje de endemismos estrictos (especies restringidas a los límites políticos de la entidad). Solamente 2.7% de la flora (126 especies) corresponde a endemismos estrictos (apéndice 5). Sin embargo, el porcentaje de endemismos se incrementa (alrededor de 10%) si en lugar de considerar los límites políticos del estado se consideran los límites ecológicos y se incluyen las especies cuya distribución se restringe al territorio del estado y áreas aledañas en otras entidades federativas.

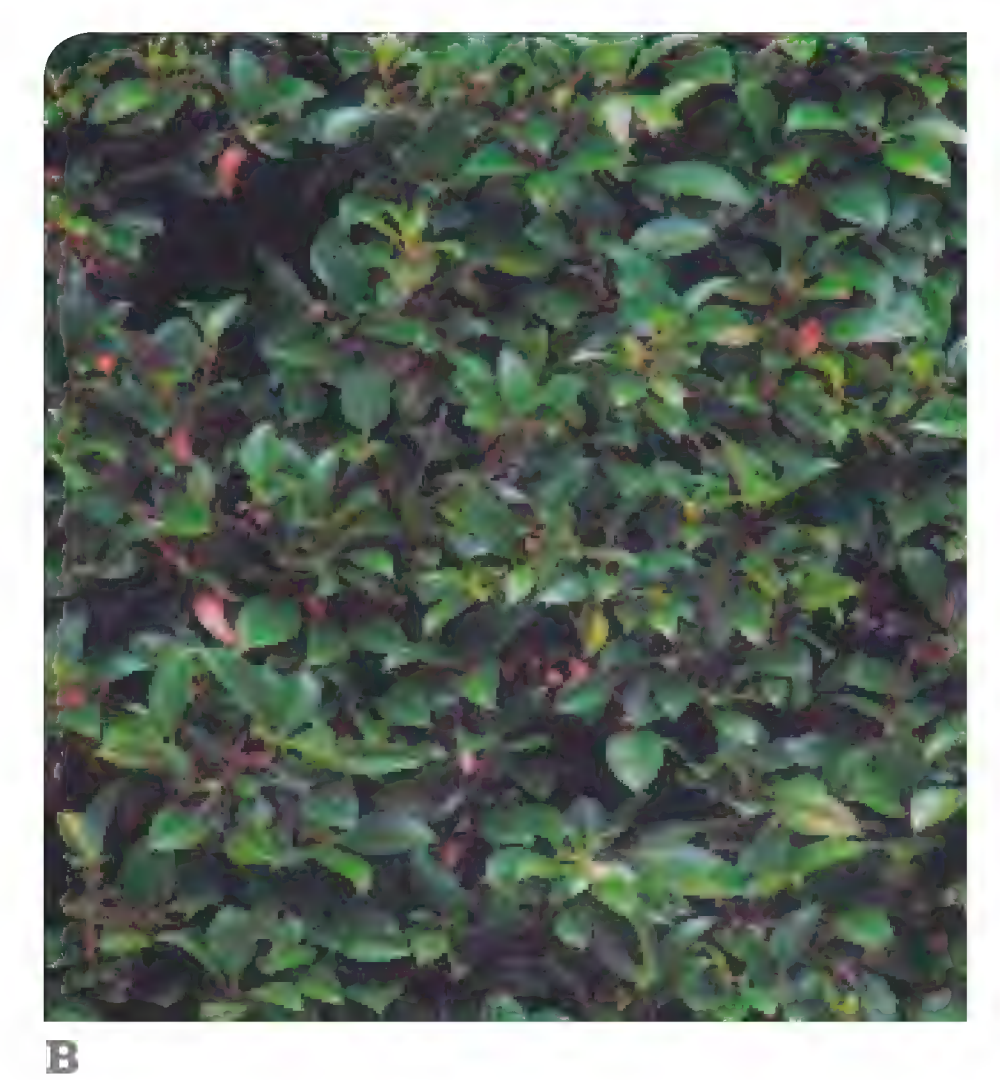
La mayor concentración de endemismos se encuentra en la SMOCC, especialmente al sur de la entidad. Se

A

B

Figura 3. Pino chino u ocote (*Pinus cooperi*). a) Bosque conformado por individuos de esta especie endémica de la Sierra Madre Occidental. Cuevecillas, San Dimas. b) Acercamiento a una de las ramillas.
Fotos: *M. Socorro González Elizondo.*

A



B

Figura 4. Hiedra o flor de mariposa (*Hydrangea seemanni*).
a) Especie de enredadera endémica de la Sierra Madre Occidental. Cascada de Mexiquillo, Pueblo Nuevo.
b) Acercamiento de esta especie.
Fotos: *M. Socorro González Elizondo (a) y Jorge Noriega Villa (b).*

pueden identificar tres áreas de concentración de endemismos en la SMOCC del estado: a) al oeste del estado y este de Sinaloa de donde se conocen, entre otras especies, las microendémicas como *Gentiana chazaroi* (figura 5) y *Tradescantia pygmaea*; b) extremo sur del estado y áreas adyacentes de Nayarit, Zacatecas y/o Jalisco, de donde recientemente se descubrió una segunda población de *Pinus maximartinezii* (figura 6), (González-Elizondo *et al.* 2011a); y c) noroeste de Durango, suroeste de Chihuahua y sureste de Sonora.

Para la zona árida el nivel de endemismo es algo más bajo (si se consideran únicamente las especies restringidas a los límites del estado). El principal centro de endemismos de la parte seca son los lomeríos y cerros sobre la cuenca del río Nazas en donde destacan compuestas y cactáceas como *Mammillaria guelzowiana* (figura 7) y *M. pennispinosa* (figura 8). Otras áreas de interés son la sierra del Rosario y otras serranías del oriente de Durango, las cuales representan islas ecológicas en el Desierto Chihuahuense. Es importante mencionar a la sierra de Coneto, de donde se conoce la microendémica *Mammillaria theresae* (López-Enríquez *et al.* 2003), y en donde recientemente se ha descubierto un género nuevo para la ciencia: *Megacorax* (González-Elizondo *et al.* 2002; figura 9) y una especie de *Dalea* (Estrada-Castillón *et al.* 2011).

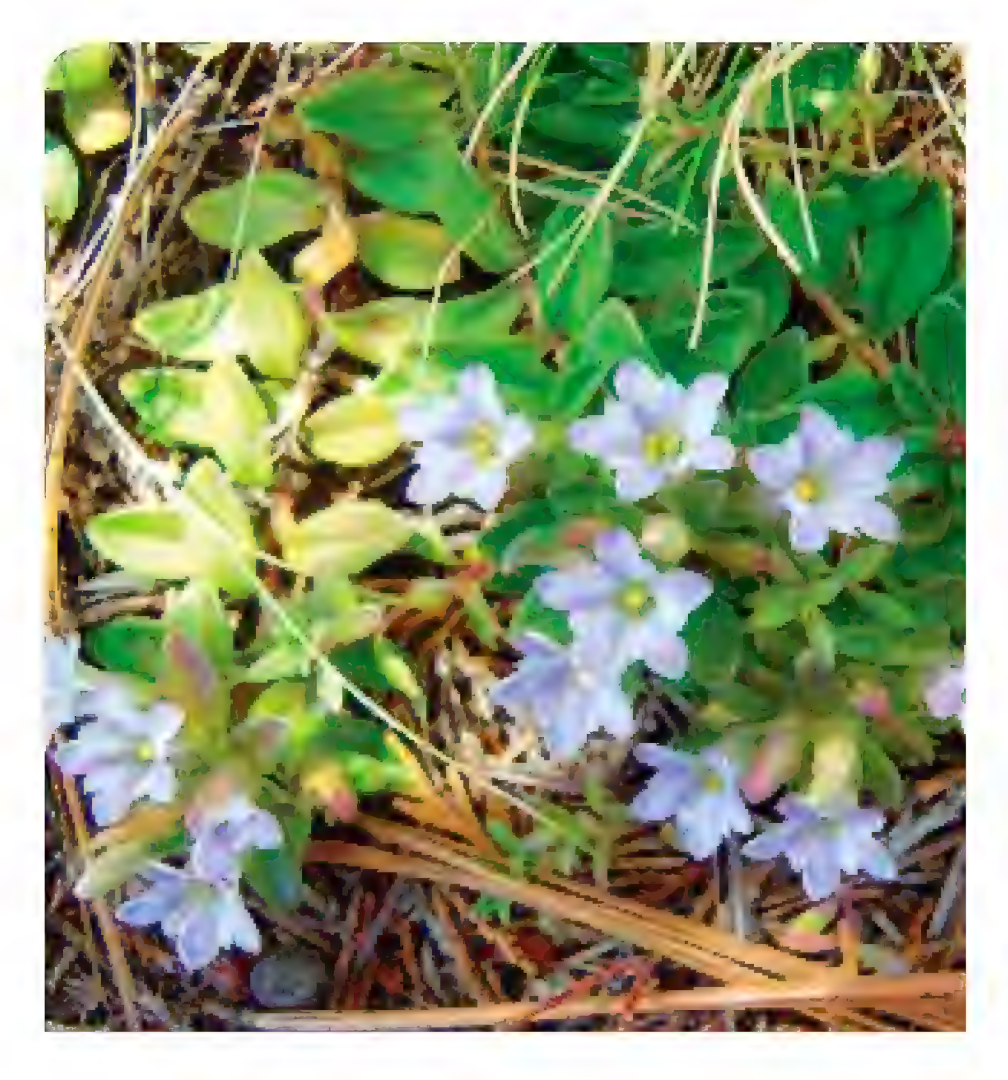


Figura 5. *Gentiana chazaroi* (Gentianaceae), especie microendémica conocida sólo de la región de Mexiquillo, Pueblo Nuevo.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

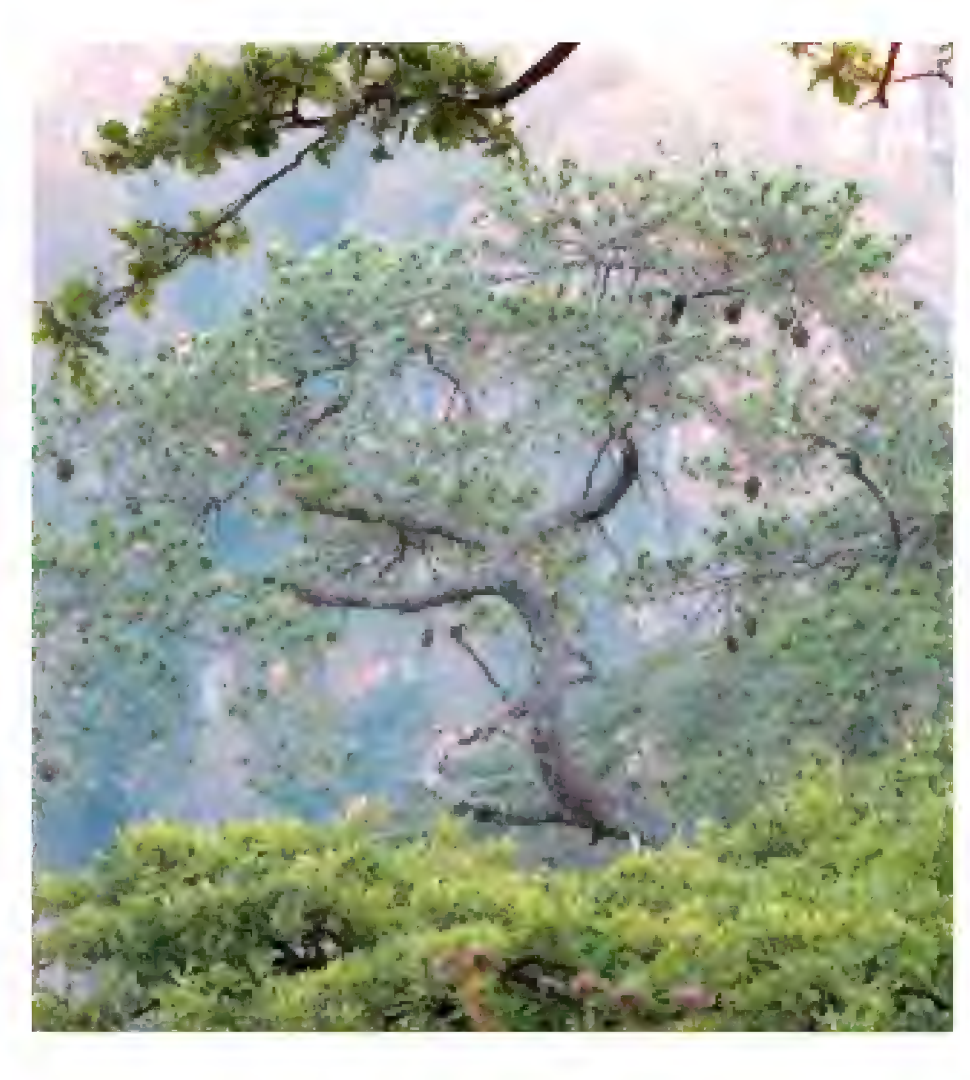


Figura 6. Pino azul (*Pinus maximartinezii*, Pinaceae) en La Muralla, municipio de Mezquital. Especie con solamente dos poblaciones conocidas; una en Zacatecas y otra en Durango.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 7. Biznaga (*Mammillaria guelzowiana*). Especie endémica a la cuenca del río Nazas, Indé.
Foto: *Joanna Valenzuela Valadez.*

Figura 8. Biznaga (*Mammillaria pennispinosa* ssp. *nazasensis*) en floración. Cuenca del río Nazas, Rodeo.
Foto: *Joanna Valenzuela Valadez.*

Figura 9. *Megacorax gracielanus* en floración. Especie endémica de la sierra de Coneto.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 10. Flores de *Asclepias* sp. con diversos insectos asociados.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

A manera de ejemplo de la importancia ecológica que tiene la biodiversidad vegetal en la entidad se puede mencionar que muchas especies abundantes y/o dominantes en las diferentes asociaciones vegetales a través del estado son de alto valor ecológico por los servicios ambientales que prestan.

Las especies de pinos (*Pinus* spp.), encinos (*Quercus* spp.), madroños (*Arbutus* spp.) y otras especies arbóreas que conforman los bosques templados de la entidad juegan un papel muy importante para la captación de agua, captura de carbono, como retenedoras de suelo, como integrantes importantes del hábitat de la fauna y de otras especies vegetales (servicios de resguardo); otras especies dominantes en otros tipos de vegetación juegan el mismo papel en la conformación del hábitat de especies vegetales de menor talla o menor abundancia. Así, los huizaches, chaparros y gatuños (*Acacia* spp.), los mezquites (*Prosopis* spp.), nopales (*Opuntia* spp.) e infinidad de otras especies arbustivas y arbóreas en el matorral xerófilo desempeñan un importante papel en el mantenimiento de la biodiversidad del área. Las relaciones entre los organismos son complejas y no siempre evidentes —un ejemplo de ello es la importancia de la asclepia (*Asclepia* sp.) debido a que es una fuente importante de néctar para colibríes e insectos como abejas, mariposas, escarabajos y otros (figura 10)—, pero lo cierto es que cuando una especie disminuye su número o desaparece, también los organismos asociados se ven afectados, y ocurren los que se denominan efectos en cascada, ya que se desajusta la intrincada red del ecosistema.

Los bosques de galería conformados en la entidad por especies tan familiares como los sabinos (*Taxodium*), los álamos (*Populus* spp.), fresnos (*Fraxinus* spp.) y sauces (*Salix* spp.), además de su importante papel en la protección de riberas y con ello en el mantenimiento de los caudales ecológicos, también juegan un significativo papel en la estructura vegetal de estos corredores biológicos; muchas especies de cyperáceas, que en algunos sitios dominan el paisaje en áreas más o menos extensas (humedales), y que a pesar de ello generalmente pasan desapercibidas a la vista incluso de observadores experimentados, juegan un importante papel en fitorremediación de suelos y de agua. Incluso especies que no son abundantes ni dominantes pueden jugar importantes papeles en los procesos ecosistémi-

Figura 11. Noa (*Agave victoriae-reginae*) sobre escarpe en el cañón de Fernández. Especie catalogada en la NOM-059 como en peligro de extinción (P) e incluida en el Apéndice II de la CITES. **Foto:** *Lorenzo Reséndiz Rojas.*

Figura 12. Maguey pintillo (*Agave pintilla*) especie endémica a una región con matorral xerófilo en el municipio Mezquital. **Foto:** *M. Socorro González Elizondo.*

cos (especies clave[3]) y aunque durante algunos años prevaleció la hipótesis de la existencia de especies redundantes,[4] lo cierto es que se desconoce el papel que juegan la mayoría de las especies en los ecosistemas. Este desconocimiento proviene, en última instancia, de una falta de información sobre los aspectos más básicos de las mismas: su identidad precisa. Por lo tanto, resultaría irresponsable etiquetar a unas cuantas de las miles de especies conocidas para la entidad como de importancia ecológica y asumir que el resto, algunas que aún ni siquiera conocemos, no la tiene.

En contraste, relativamente pocas especies tienen importancia económica. Ejemplo de ello son las especies maderables sobre las que se sustenta la industria forestal, las forrajeras sobre las que descansa la ganadería, y las etiquetadas como recursos forestales no maderables. Son muchas más las que tienen uso potencial a escala doméstica, como son las plantas utilizadas para autoconsumo; estas representan un enorme acervo de recursos genéticos poco conocidos y que están indisolublemente ligados con la cultura popular e indígena de cada región.

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

De la flora de Durango, solamente 79 taxa (81 especies, una con dos subespecies) están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (apéndice 6). Esta cifra representa aproximadamente 1.7% de la flora total; además, 40% (32 taxa) de las plantas de la entidad listadas en dicha norma, son cactáceas: *Mammillaria theresae* y *Echinocereus palmeri* están catalogados como en peligro de extinción (SEMARNAT 2010). En la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2014) se incluyen 270 taxa (apéndice 7). En los Apéndices I y II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) se incluyen todas las especies de las familias Orchidaceae y Cactaceae (las del género *Ariocarpus* se incluyen en el Apéndice I), así como *Agave victoriae-reginae* (Agavaceae, figura 11), la caobilla (*Swietenia humilis,* Meliaceae) y

3 Especies clave son aquellas que, independientemente de su tamaño y de su abundancia, afectan de manera directa o indirecta a las poblaciones de muchos otros organismos; y por ende, su desaparición provoca cambios drásticos en los ecosistemas de los que forman parte.

4 Especies redundantes: son especies secundarias que no desempeñan un papel exclusivo en los ecosistemas.

Figura 13. Bonete de obispo (*Astrophytum coahuilense*) en segundo plano y *Opuntia rufida* (nopal cegador) en primer plano. Sierra El Sarnoso, Lerdo.
Foto: *Martha González Elizondo.*

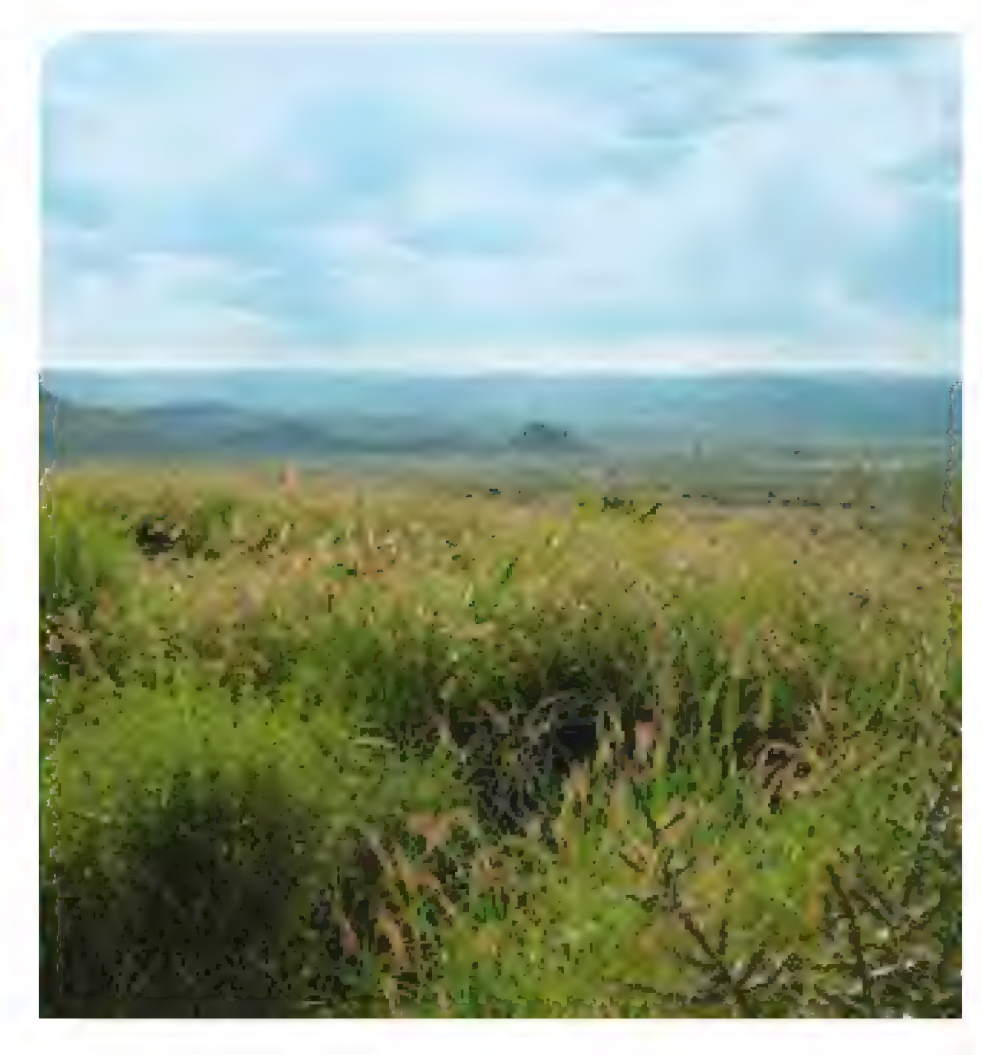


Figura 14. Zacate buffel (*Pennisetum ciliare*). Planta invasiva en los matorrales.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

la palma de la virgen (*Dioon tomasellii*, Zamiaceae) (CITES 2014).

Es mucho lo que falta por conocer acerca del estado de conservación de las especies de la flora del estado. Por ejemplo, *Mammillaria guelzowiana* (figura 7), especie de distribución restringida y cuyas poblaciones parecen ser muy reducidas, estuvo catalogada en el Libro Rojo de datos de la UICN, en 2002, como en peligro crítico (CE); en 2014, a pesar de la falta de información de campo se cataloga como de preocupación menor (LC) y con poblaciones crecientes. Por otra parte, otras especies que no deberían estar incluidas lo están. En este segundo caso se encuentran *Quercus depressipes* y *Juniperus deppeana* var. *zacatecensis*, la primera con la categoría DD (información no disponible) y la segunda como en peligro (EN). Ambas son especies ampliamente distribuidas, conocidas de Texas, Chihuahua, Durango, Zacatecas y Jalisco. Por lo menos en Durango y Chihuahua, estas especies son muy abundantes y responden favorablemente a disturbio del bosque, por lo que es conveniente que se remuevan de la Lista Roja de la UICN. Por otra parte, existen especies que probablemente ameriten ser catalogadas con algún estatus de conservación que aún no han sido estudiadas. Entre ellas están especies de muy reciente descubrimiento como *Agave pintilla* (figura 12) que restringe su área de distribución a una pequeña zona con matorral xerófilo con elementos tropicales en el municipio de Mezquital en el sureste de Durango (González-Elizondo *et al.* 2011b); *Astrophytum coahuilense* (figura 13), del suroeste de Coahuila y noreste de Durango; y *Eleocharis tenarum*, cuyo único hábitat conocido está sujeto a degradación por sobrepastoreo (González-Elizondo *et al.* 2009a).

PRINCIPALES AMENAZAS

Como en muchas otras regiones del planeta, en el estado la principal amenaza para las especies vegetales es el deterioro, fragmentación o desaparición de sus hábitats. El origen de estos procesos se encuentra principalmente en actividades humanas como el cambio de uso de suelo (para agricultura, ganadería, minería, construcción de infraestructura) la deforestación y el pastoreo extensivo sin control. Otras causas del deterioro y desaparición de hábitat, también relacionadas de manera directa o indirecta con actividades humanas son los incendios, el cambio climático y las especies invasoras.

Figura 15. Zacate rosado (*Melinis repens*) al frente y jarilla (*Dodonaea viscosa*) detrás. Dos especies cuyas poblaciones están aumentando en áreas anteriormente ocupadas por pastizales y bosques bajos abiertos en la entidad.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Entre estas últimas cabe mencionar la presencia de 16 especies invasivas entre las que destacan gramíneas africanas como el zacate buffel (*Pennisetum ciliare*) (figura 14) en los matorrales xerófilos y el zacate rosado (*Melinis repens*) (figura 15) en los pastizales, los cuales han modificado profundamente el paisaje (González-Elizondo *et al.* 2007a, González-Elizondo *et al.* 2009b). Las especies endémicas y con requerimientos ambientales muy específicos son las más vulnerables a desaparecer por estos procesos.

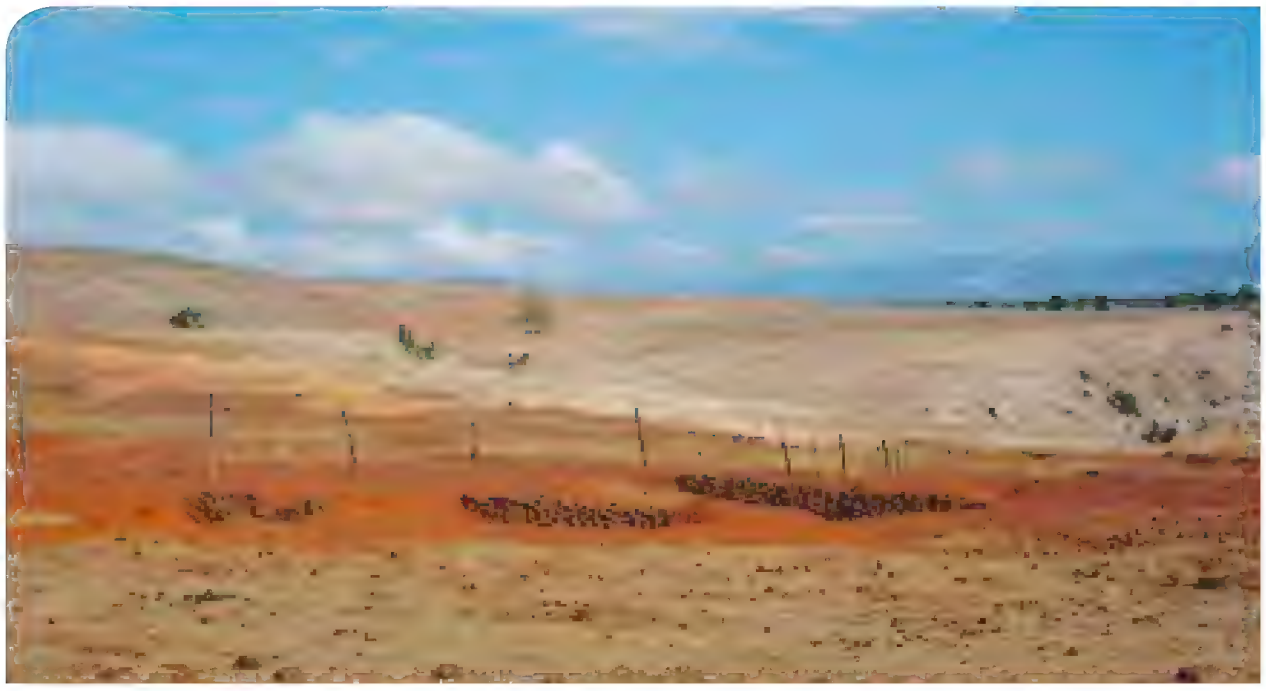
En Durango los ecosistemas con mayor riqueza y mayor concentración de endemismos —y por ende, los más vulnerables— son los bosques templados y semifríos de la SMOCC en donde los factores de disturbio se relacionan mayormente con las actividades forestales, los incendios y el pastoreo extensivo. También, los bosques bajos abiertos en la vertiente oriental de la SMOCC así como en los parteaguas entre cañadas más o menos profundas, particularmente en el sur de la entidad, tienden a desaparecer como resultado del sobrepastoreo (figura 16) y por los incendios que acaban con el arbolado y favorecen el establecimiento de chaparrales secundarios de jarilla (*Dodonaea viscosa*, figuras 15 y 17) y manzanita (*Arctostaphylos pungens*). Las especies de otra área de concentración de endemismos, la cuenca del río Nazas en la región Árida y Semiárida, están amenazadas también por el pastoreo extensivo, por las actividades mineras y por los cambios ambientales provocados por la construcción de presas.

OPORTUNIDADES O ACCIONES DE CONSERVACIÓN

En el presente capítulo se hace una breve sinopsis del conocimiento actual sobre la flora vascular del estado. La información aquí documentada proviene principalmente de una revisión de la base de datos florísticos anexa al herbario del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) (González-Elizondo *et al.* 2012a), el cual alberga una colección de plantas vasculares, principalmente de la SMOCC y del Desierto Chihuahuense, que a la fecha suma más de 55 mil especímenes. Dicha base de datos se actualiza continuamente con diversas fuentes: ingreso de nuevos especímenes al herbario CIIDIR (colectas en campo o intercambio), revisión de especímenes de grupos taxonómicos particulares en otros herbarios, actualizaciones de

A

B



C

Figura 16. Áreas degradadas por sobrepastoreo, anteriormente bosque bajo abierto de encino. a) Xoconoxtle, b) La Muralla, c) La Candelaria; municipio de Mezquital.
Fotos: *Martha González Elizondo.*

Figura 17. Matorral secundario de jarilla, hierba de la cucaracha (*Dodonaea viscosa*) en donde anteriormente existía bosque bajo abierto de encino. Mesas de Xoconoxtle, municipio de Mezquital.
Foto: *Martha González Elizondo.*

nomenclaturales publicadas y registros de especies de plantas vasculares citados para la entidad en literatura científica.

El inventario general aquí resumido dista mucho de ser completo. A pesar de los avances de las últimas tres décadas, en cada esfuerzo por estudiar grupos taxonómicos particulares o la flora de áreas o de ambientes particulares en el estado, son descubiertas especies nuevas para la ciencia o nuevos registros para la entidad. Varias especies arbóreas y arbustivas, comunes en la SMOCC, han sido descritas recientemente. Tan sólo en el caso de los madroños (*Arbutus*, Ericaceae) tres de las seis especies arbóreas conocidas para la SMOCC se han descrito en las últimas tres décadas: *A. tessellata* (Sørensen 1987); *A. madrensis* (figura 18; González-Elizondo y González-Elizondo 1992), y *A. bicolor* (figura 19; González-Elizondo *et al.* 2012b), además de la especie arbustiva *A. occidentalis* (figura 20; McVaugh y Rosatti 1978).

En el caso de las coníferas (Pinaceae y Cupressaceae), grupo vegetal de gran importancia ecológica y económica en la entidad, y que por lo mismo podría pensarse que ya se conoce con precisión, también se siguen describiendo nuevos taxa, como dos variedades de *Juniperus* que fueron descritas recientemente: *J. blancoi* var. *huehuentensis* (Adams *et al.* 2006) y *J. durangensis* var. *topiensis* (Adams *et al.* 2012). Además de los descubrimientos de nuevos taxa, la localización de poblaciones de especies arbóreas en la entidad también es frecuente: *Pinus maximartinezii* (figura 6), especie que desde su descripción (Rzedowski 1964) había sido conocida solamente de una localidad en el estado de Zacatecas, fue descubierta y registrada recientemente para Durango (González-Elizondo *et al.* 2011a). Otro pino piñonero, *Pinus pinceana*, especie conocida previamente de unas pocas poblaciones en Coahuila, Zacatecas, San Luis Potosí, Querétaro e Hidalgo (Villarreal-Quintanilla *et al.* 2009), recientemente fue localizada en Durango en un área ubicada alrededor de 300 km al poniente de las poblaciones previamente conocidas (González-Elizondo *et al.* 2012a). En un estudio florístico sobre los árboles y arbustos de una pequeña zona en el extremo sur del estado se registraron por primera vez seis especies leñosas para la entidad: palo mosca (*Lonchocarpus hermanii*), uña de gato (*Mimosa acantholoba*), sangre de toro (*Pterocarpus hayesii*), manzanita (*Phyllanthus nobilis*), margarita (*Karwinskia latifolia*) y cola de iguana (*Byttneria aculeata*) (Macías-Carrillo 2011).

Figura 18. Madroño, madroño roñoso (*Arbutus madrensis*). Especie arbórea común en la SMOCC; se distingue por su corteza rugosa persistente hasta las últimas ramillas y sus hojas grandes.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

También en el caso de plantas herbáceas, y en ocasiones muy pequeñas, se siguen haciendo nuevos hallazgos. En un estudio florístico de los humedales del municipio de Durango se encontraron tres nuevos registros para el estado y se descubrieron dos especies potencialmente nuevas para la ciencia (Heynes-Silerio 2012). En la familia de las gramíneas (Poaceae), cuyo estudio taxonómico ha sido abordado ampliamente por diversos autores, se siguen reportando especies nuevas para la ciencia. Para la entidad se pueden mencionar *Muhlenbergia durangensis* (Herrera-Arrieta 1987), *M. michisensis* (Herrera-Arrieta y Peterson 1992), *Calamagrostis divaricata* (Peterson *et al.* 2004), *Trisetum durangense*, *T. martha-gonzaleziae* (Finot-Saldías *et al.* 2004) y *Poa matri-occidentalis* subsp. *matri-occidentalis* (Peterson *et al.* 2006). En un estudio sobre la flora de las áreas más altas de la SMOCC (Ruacho-González 2011) se registraron por primera vez para el área varias especies, entre ellas *Galinsoga* cf. *semicalva*, *Micranthes mexicana* y *Muhlenbergia filiculmis*; esta última es un nuevo registro para México (Herrera-Arrieta *et al.* 2012).

El estudio de la familia Cyperaceae ha llevado en los últimos años al descubrimiento o redescubrimiento de varias especies: *Scirpus microcarpus*, conocida previamente sólo para Baja California, recientemente fue encontrado en la entidad (González-Elizondo *et al.* 2007b); *Eleocharis reznicekii* (González-Elizondo *et al.* 2007c), una planta localmente dominante pero presente en muy pocos sitios de Durango y en Zacatecas; *E. tenarum*, restringida a áreas inundables al sur del estado y en Zacatecas (González-Elizondo *et al.* 2009a); *E. cryptica*, una especie abundante localmente en bosque templado cerca de la capital (Saarela *et al.* 2010); *Fuirena repens*, que por más de un siglo se conoció únicamente de San Luis Potosí, y en 2008 Rosen *et al.* reportaron su redescubrimiento en Querétaro y Durango.

Cabe destacar el descubrimiento reciente de un nuevo género, *Megacorax*, por González-Elizondo *et al.* (2002), en un grupo de plantas particularmente bien estudiado (familia Onagraceae), del cual no se había descrito un género en más de 100 años.

La publicación de taxa nuevos para la ciencia con frecuencia se ha hecho años después de que se realizan las colectas. Por ejemplo, *Agave pintilla* (figura 12), especie endémica de un área del sur del estado, se describió en el año 2011 (González-Elizondo *et al.* 2011b), a pesar de que las primeras observaciones y colectas de esa especie se realizaron por lo menos dos décadas

Figura 19. Características flores rosas de madroño, madroño rojo (*Arbutus bicolor*). Especie arbórea ampliamente distribuida en la SMOCC y en el Eje Volcánico Transversal.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

antes. *Arbutus bicolor*, especie arbórea importante en los bosques templados de la SMOCC, se describió muy recientemente (González-Elizondo *et al.* 2012b), aunque había sido detectada como especie diferente desde hace casi dos décadas. *Dalea rupertii* y *D. conetensis* (Estrada-Castillón *et al.* 2004, 2011) fueron descritas en años recientes con base en especímenes colectados años atrás.

La demora en la publicación de nuevos taxa obedece, en última instancia, a la insuficiencia de recursos humanos y materiales dedicados a la taxonomía vegetal en Durango.

Los ejemplos anteriores dan cuenta de que se requiere continuar los estudios florísticos y taxonómicos de los diferentes grupos que componen la flora del estado. De acuerdo a la representatividad de la flora del estado respecto a la de México (cuadro 2), el inventario del grupo de los helechos (Pteridofita y afines) parece ser el menos completo y el de las coníferas (Pinophyta y afines) el más completo; sin embargo, como se mencionó en los ejemplos anteriores, aún en este último grupo se siguen haciendo nuevos descubrimientos.

De igual manera se pueden señalar algunos de los grandes ecosistemas del territorio de Durango como los menos explorados: los bosques templados y tropicales de la vertiente occidental de la SMOCC, particularmente la parte sur de la región de las Quebradas; los matorrales y bosques de la cuenca del río San Pedro-Mezquital y los matorrales de la cuenca del río Nazas. Sin embargo, existen muchos otros ambientes, inmersos en las áreas relativamente mejor exploradas, que al ser estudiadas con mayor detalle revelan la presencia de una gran diversidad vegetal, como los humedales, la vegetación de cimas y la que se presenta sobre sustratos particulares.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la entidad se alberga más de 4 600 especies de plantas vasculares (González-Elizondo *et al.* 2012a), casi una de cada cinco de las que se estiman para la flora de México. Esta riqueza vegetal se explica, en parte, por la gran diversidad ambiental de la entidad. Sin embargo, el conocimiento que se tiene acerca de la diversidad florística de Durango es aún muy fragmentario. Existen muchas áreas poco exploradas, así como grupos taxonómicos y comunidades vegetales cuyo conocimiento es aún muy pobre. El descubrimiento reciente de numerosas especies nuevas para la ciencia y la documentación de nuevos registros en casi cualquier

estudio florístico que se realiza en la entidad dan cuenta de ello. La mayor importancia de la biodiversidad radica en que esta es la base de los servicios ecológicos de los que depende nuestra existencia; adicionalmente, la biodiversidad es la fuente de múltiples bienes: medicina, alimento y materias primas diversas.

Una situación que obliga a definir estrategias para acelerar el estudio de la flora es que en el estado —como en gran parte del país— la vegetación está sufriendo cambios acelerados. Las mayores amenazas apuntan hacia el pastoreo no regulado, el cambio de uso de suelo, las especies invasoras, los incendios, las obras de infraestructura relacionadas con el agua y la minería y el cambio climático. Para fundamentar planes de conservación y manejo sostenible de la biodiversidad se requiere redoblar esfuerzos para realizar estudios taxonómicos que permitan tener un inventario más completo de sus componentes; sin embargo, para poder llevar a la práctica dichos planes son necesarios la educación ambiental, el combate a la pobreza y la conciliación de intereses entre los diferentes sectores de la población.

REFERENCIAS

Adams, R.P., M.S. González-Elizondo, M. González-Elizondo y E. Slinkman. 2006. DNA fingerprinting and terpenoid analysis of *Juniperus blancoi* var. *huehuentensis* (Cupressaceae), a new subalpine variety from Durango, Mexico. *Biochemical Systematics and Ecology* 34: 205-211.

Adams, R.P., M.S. González-Elizondo y T.A. Zanoni. 2012. Variation in leaf essential oils, DNA sequences and morphology in *Juniperus durangensis*. *Phytologia* 94(1): 40-52.

Bye, R. y D.E. Soltis. 1979. *Parnassia townsendii* (Saxifragaceae), a mexican endemic. *The Southwestern Naturalist* 24(2): 209-222.

Bye, R. 1995. Prominence of the Sierra Madre Occidental in the biological diversity of Mexico. En: *Biodiversity and Management of the Madrean Archipelago: The Sky Islands of Southwestern United States and Northwestern Mexico.* DeBano (ed). USDA Forest Service, General Technical Report RM-GTR-264, pp. 19-27.

CIIDIR. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. 2005. Estudio técnico para el ordenamiento ecológico del estado de Durango, fases de caracterización y diagnóstico. Durango.

CITES. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. 2014. Apéndices I, II y III. En: <*http://www.cites.org/sites/default/files/esp/app/2014/S-Appendices-2014-06-24.pdf*>, última consulta: 31 de julio de 2014.

Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants.* Columbia University Press, Nueva York.

Estrada-Castillón, A.E., J.A. Villarreal-Quintanilla y M. González-Elizondo. 2004. A new species of *Dalea* sect. Parosela (Fabaceae: Amorpheae) from Mexico. *Brittonia* 56(1): 67-71.

Estrada-Castillón, A.E., J.A. Villarreal-Quintanilla o I.L. López-Enríquez. 2011. A new species of *Dalea* ser. Versicolores (Leguminosae: Amorpheae) from Durango, Mexico. *Brittonia* 63: 465-468.

Finot-Saldías, V.L., P.M. Peterson, R.J. Soreng y F.O. Zuloaga. 2004. A revision of *Trisetum, Peyritschia,* and *Sphenopholis* (Poaceae: Pooideae: Aveninae) in Mexico and Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 91(1): 1-30.

González-Elizondo, M.S. y M. González-Elizondo. 1992. Una nueva especie de *Arbutus* (Ericaceae-Arbuteae) de la Sierra Madre Occidental, México. *Acta Botánica Mexicana* 17: 7-12.

González-Elizondo, M.S., I.L. López-Enríquez y W.L. Wagner. 2002. *Megacorax gracielanus* (Onagraceae), a New Genus and Species from Durango, Mexico. *Novon* 12: 360-365.

González-Elizondo, M.S, M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007a. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdez, México.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, J.A. Tena-Flores *et al.* 2007b. Sinopsis de *Scirpus* s.l. (Cyperaceae) para México. *Acta Botánica Mexicana* 82: 15-41.

González-Elizondo, M.S., D.J. Rosen, R. Carter y P.M. Peterson. 2007c. *Eleocharis reznicekii* (Cyperaceae), a new species from the Mexican High Plateau. *Acta Botánica Mexicana* 81: 35-43.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, J.A. Tena-Flores *et al.* 2009a. *Eleocharis tenarum* (Cyperaceae), a new species from Durango and Zacatecas, Mexico. *Novon* 19(2): 164-167.

—. 2009b. Durango: Detection of invasive alien plants (chapter 12). En: *Invasive plants on the move: controlling them in North America. Based on presentations at Weeds accross borders 2006 Conference.* T.R. Van Devender, F.J. Espinosa-García, B.L. Harper-Lore y T. Hubbard (eds.). Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, Arizona, pp. 137-155.

González-Elizondo, M., M.S. González-Elizondo, L. Ruacho-González y M. Molina-Olvera. 2011a. *Pinus maximartinezii* Rzed. (Pinaceae), primer registro para Durango, segunda localidad para la especie. *Acta Botánica Mexicana* 96: 33-48.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, I.L. López-Enríquez *et al.* 2011b. El complejo *Agave victoriae-reginae* (Agavaceae). *Acta Botanica Mexicana* 95: 65-94.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y I.L. López-Enríquez. 2012*a*. Base de datos florísticos del estado de Durango. MS Access - Herbario CIIDIR IPN. Durango.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y P.D. Sørensen. 2012b. *Arbutus bicolor* (Ericaceae, Arbuteae), a new species from Mexico. *Acta Botánica Mexicana* 99: 55-72.

González-Elizondo, M., M.S. González Elizondo, I.L. López Enriquez *et al.* 2014. Base de datos florísticos del etado de Durango. MS Access - Herbario CIIDIR IPN. Durango. Inédito.

Herrera-Arrieta, Y. 1987. Una nueva especie de *Muhlenbergia* (Graminae) del estado de Durango. *Phytologia* 63: 457-460.

Figura 20. Madroño, madroño chaparro (*Arbutus occidentalis*). Especie de porte arbustivo que se presenta en bosques templados y mesófilos.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Herrera-Arrieta, Y. y P.M. Peterson. 1992. *Muhlenbergia cualensis* and *M. michisensis* (Poaceae:Eragrostideae): Two new species from Mexico. *Novon* 2: 114-118.

Herrera-Arrieta Y., C.A. Silva Salas, L. Ruacho-González y O. Rosales-Carrillo. 2012. Nuevos registros de Poáceas para el norte de México. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 6(2): 581-584.

Heynes-Silerio, S. 2012. *Estudio florístico de los humedales del municipio de Durango, Durango.* Tesis de licenciatura en ingeniería en ciencias forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango.

López-Enríquez, I. L., M.S. González, M. González y J. Tena. 2003. Aspectos ecológicos y estado de conservación de *Mammillaria theresae* Cutak (Cactaceae). *Sida* 20: 1665-1675.

Macías-Carrillo, M. 2011. *Estudio de la flora leñosa del bosque tropical caducifolio de San Lucas de Jalpa, El Mezquital, Durango.* Tesis de licenciatura en ingeniería en manejo ambiental de recursos naturales. Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango.

McVaugh, R. y T.J. Rosatti. 1978. A new species of *Arbutus* (Ericaceae) from western Mexico. *Contr. Univ. Michigan Herb.* 11: 301-304.

Peterson, P.M., R.J. Soreng y J. Valdes-Reyna. 2004. *Calamagrostis coahuilensis* and *C. divaricata* (Poaceae: Pooideae: Agrostidinae), two new species from Mexico. *Sida* 21(1): 311-320.

Peterson, P.M., R.J. Soreng e Y. Herrera-Arrieta. 2006. *Poa matri-occidentalis* (Poaceae: Pooideae: Poeae: Poinae), a new species from Mexico. *Sida* 22(2): 905-914.

Rosen, D.J., C.S. Reid, M.S. González-Elizondo y R. Kral. 2008. Rediscovery of *Fuirena repens* (Cyperaceae), a rare endemic of the mexican high plateau. *Acta Botánica Mexicana* 85: 39-43.

Ruacho-González, L. 2011. *El elemento alpino en la vegetación de alta montaña de la Sierra Madre Occidental.* Tesis de maestría en Gestión Ambiental. IPN, Durango.

Rzedowski, J. 1964. Una especie nueva de pino piñonero del estado de Zacatecas (México). *Ciencia* 23: 17-20.

Saarela, J., P.M. Peterson, M.S. González-Elizondo y D.J. Rosen. 2010. *Eleocharis cryptica* (Cyperaceae), a dwarf new species from Durango, México. *Brittonia* 62(3): 233-238.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Sørensen, P.D. 1987. *Arbutus tessellata* (Ericaceae), new from Mexico. *Brittonia* 39: 263-267.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2014. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2014.2. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 9 septiembre 2014.

Villarreal-Quintanilla, J.A., O.M. Arreola, E.C. Oviedo, y M.A. Capo Arteaga. 2009. Estudio florístico de los piñonares de *Pinus pinceana* Gordon. *Acta Botánica Mexicana* 89: 87-124.

Villaseñor, J.L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 105-135.

Los pastos o zacates (familia Poaceae o Gramineae)

Yolanda Herrera Arrieta • Sergio Alonso Heynes Silerio

DESCRIPCIÓN

Las gramíneas, también llamadas pastos o zacates, se agrupan en una de las familias de plantas más conocidas debido a su gran importancia para la humanidad. Incluye a los cereales como el arroz, maíz, trigo, centeno y avena, entre otros, así como a muchas especies que han sido utilizadas en gran medida para alimentar al ganado. Una de las características más importantes y distintivas en la familia Poaceae es su fruto, formado por una semilla fusionada con el ovario y conocido como grano (figura 1). El endospermo del grano, además de ser rico en almidones, proteínas y cantidades significativas de lípidos, contiene al embrión que se localiza en su porción basal. El embrión contiene altos niveles de proteínas, grasas y vitaminas (Peterson y Soreng 2007).

DIVERSIDAD

Las gramíneas constituyen a una de las familias de plantas más grandes del planeta. A nivel mundial, se calcula que está compuesta por alrededor de 700 géneros y 10 000 especies (Clayton y Renvoize 1986), y ocupa el cuarto lugar después de las compuestas, las leguminosas y las orquídeas (Lawrence 1951). Estados Unidos cuenta con una diversidad de 885 especies (Barkworth y Capels 2000), Guatemala con 505 (Swallen y McClure 1955), Costa Rica con 487 (Pohl 1980) y Canadá con 287 (Barkworth y Capels 2000).

Para el caso de México, su posición geográfica localizada en el área de contacto de las regiones Holártica y Neotropical, con una topografía rugosa, un clima variable y una geología diversa, forman un buen número de microhábitats y le confieren al país la posibilidad de tener una riqueza florística grande comparada con su extensión geográfica (Rzedowski 1978). Esta riqueza florística se refleja perfectamente en la familia de las gramíneas, que en México presenta cerca de 204 géneros y 1 182 especies (Dávila *et al.* 2006), cifras que la sitúan en el tercer lugar a nivel nacional, al superar en número a las orquídeas (Rzedowski 1978) y, a nivel mundial, colocan a México por encima de los países mencionados.

En el estado, aproximadamente 4.5% del territorio se encuentra cubierto por pastizales naturales (González-Elizondo *et al.* 2007). Cerca de 50% de los géneros y 30% de las especies de gramíneas distribuidas en México se han registrado en Durango, el equivalente a 97 géneros y 338 especies (Herrera-Arrieta 2001), cantidades que lo ubican dentro de los estados con mayor riqueza de pastos en el país (Herrera-Arrieta y Cortés-Ortiz 2009). Sin embargo, en estudios recientes se reporta un recuento actualizado de 91 géneros y 366 especies (Herrera-Arrieta 2014); la diferencia en el número de géneros reportados en esta actualización obedece a cambios en los nombres hechos con base en estudios moleculares (apéndice 8).

Durango también cuenta con una topografía rugosa, un clima y una geología variables y por lo tanto con un buen número de microhábitats, lo que le confiere una riqueza florística relativamente alta en comparación con otras entidades del país (cuadro 1).

La diversidad florística de gramíneas en el estado sólo es superada por la de Veracruz, Jalisco, Puebla, Oaxaca y Chihuahua. Sin embargo, al considerar estudios florísticos que se desarrollan actualmente en otras entidades de riqueza florística reconocida, como Michoacán y Baja California, seguramente superarán en número de géneros y especies a Durango.

DISTRIBUCIÓN

De las plantas vasculares, la familia de las gramíneas es una de las más ampliamente distribuidas en el mundo: desde los círculos polares hasta el ecuador, en las cumbres de las montañas y al nivel del mar (Hitchcock y Chase 1951). En México se les encuentra en casi todos los tipos de vegetación (excepto en los manglares). Hay

Herrera Arrieta, Y. y S.A. Heynes S. 2017. Los pastos o zacates (familia Poaceae o Gramineae). En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 319-326.

Figura 1. Acercamiento a espiga de pasto mijillo (*Echinochloa crusgalli*) mostrando los característicos granos, frutos de las gramíneas.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

gramíneas desde las selvas o bosques tropicales de climas húmedos y calientes en bajas altitudes, hasta en los pastizales alpinos, pasando por bosques de coníferas y mixtos de climas templados y fríos; desde áreas desérticas con diversos tipos de matorral de climas muy secos hasta ambientes acuáticos. En general, puede decirse que en los ambientes extremos mencionados, tanto el número de taxa como la producción de biomasa de las gramíneas no son los más abundantes o significativos. La mayor concentración de especies de pastos se encuentra en condiciones de altitud, temperatura y humedad moderada, es decir, ni tan cerca al nivel del mar, ni tan alto como está la vegetación alpina; ni en las áreas semidesérticas, ni en las selvas o bosques tropicales o en los ambientes acuáticos. Los pastizales mexicanos se caracterizan por ser comunidades determinadas esencialmente por la altitud, es decir, son de clímax climático, excepto por aquellos muy específicos de suelos salinos (calcáreos, sódicos o gipsófilos) (Rzedowski 1978).

De los principales tipos de vegetación en el estado, la mayor diversidad de especies de pastos se concentra precisamente en los pastizales y también en los bosques templados, ya que en estas áreas se presentan

Cuadro 1. Géneros y especies de gramíneas en varios estados de México

Estado o región	Número de géneros	Número de especies	Fuente
Veracruz	138	573	Mejía-Saulés y Valdés-Reyna 1994
Jalisco	118	470	Dávila *et al.* 1998
Puebla	118	427	Dávila *et al.* 1990
Oaxaca	113	367	Pacheco-Rivera y Dávila-Aranda 2004
Chihuahua	99	376	Herrera-Arrieta *et al.* en prep.
Durango	91	366	Herrera-Arrieta 2014
Coahuila	96	312	López-Reséndiz 2012
Zacatecas	91	284	Herrera-Arrieta *et al.* 2010

A

B

Figura 2. Pelillo o liendrilla *(Muhlenbergia flaviseta)*. Especie de pasto perenne, endémica de la Sierra Madre Occidental en Durango y Chihuahua. a) Vista general de la planta, b) Acercamiento a una espiga.
Fotos: *M. Socorro González Elizondo.*

condiciones medias de altitud, temperatura y humedad. El menor número de especies se encuentra en la región de las Quebradas, situada a lo largo de los límites entre Durango y Sinaloa, donde domina el bosque tropical caducifolio; y en la región comprendida por matorrales áridos del noreste de la entidad que son parte (continuo) del Desierto Chihuahuense en el altiplano mexicano.

Los pastizales, comunidades que se distribuyen en la región de los Valles, en la vertiente este o interior de la Sierra Madre Occidental (SMOCC), son zonas con precipitaciones entre 300 y 400 mm anuales, en altitudes de 1 800 a 2 000 m aproximadamente. Es en este tipo de vegetación donde se encuentra la mayor variación de pastos naturales, es decir de origen primario; aquí podemos encontrar la mayoría de las especies de *Aristida, Bouteloua, Dactyloctenium, Digitaria, Elionurus, Hopia,* y algunas especies de los géneros *Muhlenbergia, Paspalum, Setaria, Urochloa* y *Zuloagaea.*

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Las gramíneas componen una de las familias de plantas con mayor importancia ecológica por su diversidad, por su característica capacidad de formar suelos y porque la mayoría de sus especies son elementos naturales de vegetaciones primarias, aunque también un pequeño porcentaje (de 5 a 8% estimado) ha desarrollado la capacidad de dispersarse por el mundo y establecerse como adventicias en diversos hábitats (Herrera-Arrieta y Cortés-Ortiz 2009). Los pastizales de Durango revisten una gran importancia ecológica por formar parte del continuo de pastizales del suroeste de Estados Unidos y el noroeste de México, tratándose de comunidades vegetales cuyo origen y formación se remontan a cerca de 20 millones de años atrás (Bailey 2000).

Los pastos ocupan el primer lugar en cuanto a importancia económica ya que pertenecen a esta familia cereales como el arroz, el trigo, el maíz y la caña de azúcar, que han sido base de la alimentación humana a lo largo de la historia. La avena, el centeno, el sorgo y el bambú proveen de materia prima para forraje en la producción de ganado. Además, el bambú fue utilizado ampliamente por las antiguas civilizaciones orientales para la construcción de casas y muebles. Asimismo, un número variado de especies es utilizado regionalmente en la elaboración de enseres domésticos y artesanías como canastos, escobas y adornos, así como especies ornamentales en jardines.

El área natural de pastizales más importante de la república mexicana se extiende a lo largo de la vertiente oriental de la SMO, a través de Durango. Es en esta región donde durante el siglo pasado fue posible llevar a cabo la cría de ganado vacuno al libre pastoreo para carne de calidad de exportación.

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

Si bien los pastos integran una de las familias más numerosas y de mayor distribución, algunos de ellos sólo se encuentran en zonas muy restringidas, por ejemplo *Distichlis eludens, Muhlenbergia michisensis* y *M. subbiflora* son especies endémicas del estado; *Muhlenbergia durangensis, M. annua* y *M. flaviseta* (figura 2) son endémicas del bosque de pino en la SMOCC en Durango y Chihuahua, y *Muhlenbergia reederorum* es endémica del bosque tropical caducifolio de Durango y Jalisco (Herrera-Arrieta y Cortés-Ortiz 2009).

Existen gramíneas que son francamente escasas en la entidad, a menudo conocidas de una a pocas poblaciones, por lo que su permanencia parece estar amenazada a causa del deterioro de sus hábitats (cuadro 2). Otras especies de pastos fueron colectadas en los alrededores del estado a finales del siglo XIX y principios del XX, pero no se les ha encontrado en colectas recientes: *Echinochloa crus-pavonis, Eragrostis viscosa, Koleria pyramidata, Muhlenbergia richardsonis, Panicum plenum, Tripsacum pilosum.*

Estos grupos de plantas endémicas, raras o escasas ameritan atención especial por su vulnerabilidad a la extinción; aunque no se mencionan en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ni en la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2014), se les podría calificar como "muy frágiles o en peligro de extinción". De las especies registradas en Durango, *Tripsacum zopilotense* es la única dentro de alguna de las categorías de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 al ser considerada como "Sujeta a protección especial", y otras 16 especies se encuentran reportadas con categoría de preocupación menor (LC) dentro de la Lista Roja de especies amenazadas (cuadro 3).

Otras gramíneas que no se encontraban distribuidas de manera natural en Durango (especies exóticas) y que son de probable introducción reciente son: *Anthoxanthum odoratum, Cenchrus echinatus, C. longisetus, Hyparrhenia rufa, Melinis repens* (figura 3), y *Mnesithea granularis.* Estas plantas son generalmente originarias de África y Eurasia, y probablemente llegaron al país mezcladas con semillas de praderas cultivadas.

PRINCIPALES AMENAZAS

A pesar de que las especies de zacates "nativos" de los pastizales naturales de la entidad proporcionan sustento a sistemas de explotación ganadera, en el estado las gramíneas son un grupo sometido a presiones excesivas. La sobreexplotación del recurso unido a factores ambientales como sequías prolongadas e incendios, la mano del hombre en la apertura de agostaderos para prácticas agrícolas y la introducción de zacates de menor calidad forrajera han afectado severamente a los pastos. Esto ha ocasionado que, a la vuelta de los años, de aquellas grandes extensiones de pastizales naturales queden solamente pequeños montículos aislados con dominancia de pastos introducidos cuya calidad para el aprovechamiento del ganado es inferior y que la presencia de plantas tóxicas que afecta los parámetros reproductivos en el ganado se incremente. La situación anterior demanda una atención especial de protección, con el fin de preservar este recurso para generaciones futuras.

OPORTUNIDADES O ACCIONES DE CONSERVACIÓN

Se tienen diversos enfoques en el estudio de las gramíneas de Durango, entre los que se encuentran las siguientes obras: una aportación florístico-ecológica relevante al conocimiento de los pastizales, realizada por Gentry (1957); un listado florístico de González *et al.* (1991); un estudio de la flora de gramíneas de Herrera-Arrieta (2001), actualizado en Herrera-Arrieta (2014); y una guía de pastos de importancia ganadera de Herrera-Arrieta y Pámanes-García (2006).

El estudio botánico más reciente de los pastos fue presentado en el libro de gramíneas, cuya contribución es histórico-florística. No obstante, hace falta puntualizar, de todas aquellas especies que se han reportado para el estado, cuáles todavía se encuentran en la región, rescatar su nombre común, cuál es su calidad forrajera reconocida/estimada, en qué época del año se les encuentra disponibles y su frecuencia y patrones de distribución.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las especies de gramíneas distribuidas en los pastizales son diferentes y de mayor calidad forrajera que aquellas que se encuentran en los bosques y matorrales, lo que explica el motivo por el cual la actividad ganadera se ha venido desarrollando durante el último siglo sobre terrenos de pastizal. En el afán de conservar nuestros ecosistemas, existen tres grandes recomendaciones que considerar:

Cuadro 2. Especies de gramíneas escasas o raras presentes en la entidad

Vegetación	Localización	Nombre científico
Bosque de pino-encino	Región oeste de la ciudad de Durango, parque El Tecuán o en áreas aledañas a El Salto, Pueblo Nuevo	*Bouteloua hirsuta* var. *glandulosa*
		Elymus trachycaulus
		Glyceria fluitans
		Muhlenbergia eludens
		M. filiformis
		M. fragilis
		M. longiligula
		M. pauciflora
		M. scoparia
		M. subaristata
		Trisetum filifolium var. *aristatum*
		T. virletii
		Tristachya laxa
		Torreyochloa pallida var. *pauciflora*
		Vulpia microstachys
Bosques de encino o coníferas	Región de Súchil, Reserva de la Biosfera La Michilía y Mezquital	*Bouteloua parryi*
		Deschampsia flexuosa
		Dichanthelium sphaerocarpon
		Elymus elymoides
		Muhlenbergia brevivaginata
		M. eriophylla
		M. virletii
		Nassella tenuissima
		Panicum decolorans
		P. vaseyanum
		Paspalum crinitum
		Trisetum irazuense

Cuadro 2. Continuación

Vegetación	Localización	Nombre científico
Bosque mixto de coníferas	Región de Canelas, Tepehuanes y Santiago Papasquiaro	*Agrostis exarata*
		Festuca breviglumis
		Oplismenus compositus
		Poa strictiramea
		Setaria liebmannii
Bosque tropical caducifolio	Región de las Quebradas, entre Tamazula y Canelas	*Aristida gibbosa*
		Muhlenbergia brevifolia
		Panicum stramineum
		Paspalum conjugatum
		Rhipidocladum racemiflorum
		Schizachyrium scoparium var. *neomexicanum*
Matorral subtropical	Región de Mezquital	*Otatea fimbriata*
		Setaria scheelei
Matorral desértico	Región al noreste de Durango	*Bouteloua curtipendula* var. *curtipendula*
		B. ramosa
		Muhlenbergia microsperma
		Sporobolus macrospermus
Pastizales y matorrales	Zonas aledañas a poblaciones humanas	*Muhlenbergia arenicola*
		M. asperifolia
		Panicum alatum
		Scleropogon brevifolius
		Sporobolus palmeri
		Tripogon spicatus
		Urochloa discifera
Total		**53**

Fuente: Herrera-Arrieta y Cortés-Ortiz 2009.

Cuadro 3. Especies de gramíneas presentes en la entidad reportadas bajo alguna categoría de conservación

Nombre científico	Categoría de conservación*
Tripsacum zopilotense	Pr
Aristida appressa	LC
Aristida purpurea	LC
Arundo donax	LC
Cottea pappophoroides	LC
Echinochloa colona	LC
E. crusgalli	LC
Eleusine indica	LC
Glyceria fluitans	LC
Muhlenbergia arenicola	LC
Phragmites australis	LC
Poa annua	LC
Polypogon monspeliensis	LC
Polypogon viridis	LC
Setaria parviflora	LC
Sporobolus coahuilensis	LC
Vulpia octoflora	LC

* Pr: Protección especial (NOM-059); LC: Preocupación menor (UICN).
Fuente: SEMARNAT 2010 y UICN 2014.

B

A

Figura 3. Rosado (*Melinis repens*), especie exótica proveniente de África, muy común en los ecosistemas de Durango. a) Vista general de varias plantas, b) Acercamiento a una espiga.
Fotos: *M. Socorro González Elizondo.*

1) Evitar en lo posible la subutilización que conlleva el uso de una comunidad en actividades primarias diferentes a las que le son apropiadas de forma natural. Tal es el caso en el que un bosque abierto (o clareado) para uso maderable se subutilice como área de pastoreo, propiciando el pisoteo y ramoneo de renuevos arbóreos y afectando directamente la reforestación natural del bosque. Otro ejemplo es el cambio del uso de terrenos con pastizales naturales para ser subutilizados en agricultura de temporal, terrenos cuya producción de cultivos se verá mermada en un plazo corto.
2) Evitar tangiblemente la introducción de praderas cultivadas, es decir, evitar introducir pastos africanos (u otros) que son comúnmente cultivados como forrajes en los Estados Unidos (por ejemplo pasto rosado, zacate Johnson, buffel, rhodes, rye grass o ballico, entre otros) y que por recomendación de los ganaderos norteamericanos se han comenzado a introducir en México. De praderas ya cultivadas en el sur de los Estados Unidos se han escapado las especies mencionadas (entre otras más) y han invadido los pastizales naturales del estado, lo que causa desplazamiento y pérdida de biodiversidad.
3) Evitar la sobrepoblación de ganado en el pastizal efectuando evaluaciones periódicas de la condición del mismo.

REFERENCIAS

Bailey, A.W. 2000. Future of temperate natural grasslands in the northern hemisphere. En: *Grasses: systematics and evolution.* Jacobs, S.W.L. y J. Everett (eds.). CSIRO Publishing, pp. 361-368.

Barkworth, M.E. y K.M. Capels. 2000. Grasses in North America; a geographic perspective. En: *Grasses: systematics and evolution.* Jacobs, S.W.L. y J. Everett (eds.). CSIRO Publishing, pp. 331-350.

Clayton, W.D. y S.A. Renvoize. 1986. Genera Graminum: grasses of the world. *Kew Bulletin Additional Series* 13: 1-389.

Dávila, P., P. Tenorio, E. Manrique *et al.* 1990. Listado florístico de las gramíneas de Puebla. En: *Listados florísticos de México* VIII. Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 1-51.

Dávila, P., R. Lira y J. Sánchez-Ken. 1998. La familia Gramineae en el estado de Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica,* Universidad de Guadalajara 5: 191-215.

Dávila, P., M.T. Mejía-Saulés, M. Gómez-Sánchez *et al.* 2006. *Catálogo de Gramíneas de México.* UAM/CONABIO. México.

Gentry, H.S. 1957. *Los pastizales de Durango, estudio ecológico, fisiográfico y florístico.* E. Hernández Xolocotzi (trad.). Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables A.C. México.

González, M., S. González e Y. Herrera. 1991. *Listados florísticos de México* IX. *Flora de Durango.* UNAM/IB, México.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y M.A. Márquez. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés Editores/IPN. México.

Herrera-Arrieta, Y. 2001. *Las gramíneas de Durango.* IPN/CONABIO. México.

—. 2014. Additions and updated names for grasses of Durango, Mexico. *Acta Botánica Mexicana* 106: 79-95.

Herrera-Arrieta, Y. y A. Cortés-Ortiz. 2009. Diversidad de las gramíneas de Durango. *Polibotánica* 28:49-68.

Herrera-Arrieta, Y. y D.S. Pámanes-García. 2006. *Guía de pastos para el ganadero del estado de Durango.* IPN/COCYTED/Fundación Produce Durango, A.C.

Herrera-Arrieta, Y., P.M. Peterson y A. Cortés-Ortiz. 2010. Gramíneas de Zacatecas, México. *Sida Botanical Miscellany* 32: 1-239.

—. En prep. *Grasses from Chihuahua,* Mexico. Contrib. U.S. Natl. Herb. In Rev.

Hitchcock, A. S. y A. Chase. 1951. *Manual of the grasses of the United States.* 2nd ed. United States Department of Agriculture, Washington, D.C.

Lawrence, H.M. 1951. *Taxonomy of vascular plants.* Macmillan Publishing Co., Inc. Nueva York.

López-Reséndiz, B. 2012. *Gramíneas invasoras de Coahuila, México: Tribu Paniceae (Poaceae: Panicoideae).* Tesis de licenciatura en ingeniería en agrobiología. Universidad Agraria Autónoma Antonio Narro (UAAAN), Buenavista Saltillo.

Mejía-Saulés, T. y J. Valdés-Reyna. 1994. Gramineae: En: *Flora de Veracruz: Lista Florística 82.* V. Sosa y A. Gómez-Pompa (eds.). Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz, México. pp. 109-127.

Pacheco-Rivera, D. y P. Dávila-Aranda. 2004. Sinopsis de las gramíneas de Oaxaca, México. *Acta Botánica Mexicana* 69: 83-114.

Peterson, P.M. y J.R. Soreng. 2007. Systematics of California grasses (Poaceae). Chapter two. En: *California grasslands, Ecology and management.* M.R. Stromberg, J.D. Corbin y C.M. D'antonio (ed.). University of California Press. pp. 7-20.

Pohl, R. 1980. Flora Costaricensis, Family # 15, Gramineae. Fieldiana: Botany. 1-600. Field Museum of Natural History.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México.* Limusa, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Swallen, J.R. y F.A. McClure. 1955. Flora de Guatemala Part II: Grasses of Guatemala. Fieldiana: Botany Vol. 24 Part II. Chicago Natural History Museum.

UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2014. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2014.2. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 15 de julio de 2014.

Las ciperáceas (familia Cyperaceae)

Martha González Elizondo • Jorge Alberto Tena Flores

DESCRIPCIÓN

Las ciperáceas son plantas con aspecto de gramíneas. A simple vista, las especies de esta familia pasarían por zacates o pastos; sin embargo, a diferencia de estos que presentan tallos huecos con nodos manifiestos, por lo general las ciperáceas presentan tallos macizos o sólidos, sin nodos manifiestos; los tallos de las ciperáceas con frecuencia son triangulares en sección transversal, a veces prismáticos o comprimidos (aunque también las hay con tallo circular en sección transversal como las gramíneas); tienen hojas trísticas, es decir, se distribuyen de forma espiralada sobre los tallos (a diferencia de las gramíneas que son dísticas, se distribuyen por pares sobre los tallos). Al igual que en la mayoría de las gramíneas, las ciperáceas son herbáceas (perennes o algunas veces anuales) y tienen flores muy pequeñitas que carecen de perianto, es decir, la parte vistosa de las flores típicas (figura 1).

DIVERSIDAD

A nivel mundial Cyperaceae es la tercera familia más grande de monocotiledóneas, después de las familias Poaceae y Orchidiaceae, y se compone de cerca de 5 500 especies organizadas en 109 géneros (Muasya *et al.* 2009). Para la flora de México se conocen 27 géneros y más de 450 especies (poco más de 8% de las especies conocidas a nivel mundial) (Diego-Pérez y González-Elizondo 2013). Sin embargo, estas cifras son preliminares pues se trata de un grupo de plantas que pocos botánicos mexicanos abordan dada la gran complejidad taxonómica, la escasez de especímenes botánicos depositados en colecciones y la aparente falta de importancia económica de sus especies.

Para la flora de Durango se conocen 16 géneros y 122 especies (61.5% de los géneros y 27.8% de las especies conocidas para México). Los géneros *Cyperus*, *Eleocharis* y *Carex* representan más de dos terceras partes del total de ciperáceas en la entidad (cuadro 1; apéndice 9).

DISTRIBUCIÓN Y ENDEMISMOS

Es cosmopolita, y sus especies ocupan una gran diversidad de hábitats aunque son más comunes en ambientes húmedos como marismas, pantanos, ríos, estanques y bancos de arena (Tena-Flores 2012). Hasta la fecha se conocen cuatro especies endémicas para la entidad: *Carex durangensis*, *Eleocharis cryptica*, *E. gonzaleziae* y *Rhynchospora durangensis*. Adicionalmente, dos especies de reciente descubrimiento: *Eleocharis reznicekii* y *E. tenarum*, se conocen en pocos sitios de Durango y Zacatecas (González-Elizondo *et al.* 2007, 2009).

IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y ECONÓMICA

En la entidad, varias especies (principalmente de *Scirpus*, *Eleocharis*, *Bulbostylis*, *Fimbristylis*, *Cyperus*, *Scleria*, *Schoenoplectus*, *Bolboschoenus* y *Karinia*) constituyen el elemento dominante de la vegetación acuática emergente y de otros sitios húmedos, ayudan a estabilizar y conservar el suelo y proveen hábitat y alimento a la fauna silvestre, además de que presentan un alto potencial para procesos de fitorremediación (González-Elizondo *et al.* 2007, 2008, Tena-Flores 2012).

La fitorremediación es un campo emergente con gran potencial para la remoción de metales pesados de suelos y aguas contaminadas; se basa en el uso de plantas, preferentemente nativas, que presentan alta capacidad para acumular esos metales y removerlos de los suelos y aguas. Entre los géneros de ciperáceas con potencial para fitorremediación destacan *Eleocharis* (figura 2; Flores-Tavizón *et al.* 2003, González-Elizondo y Reznicek 2005) y *Schoenoplectus* (figura 3; Tena-Flores 2012). Ambos son géneros cosmopolitas que se encuentran bien representados en México.

González-Elizondo, M. y J.A. Tena-Flores. 2017. Las ciperáceas (familia Cyperaceae). En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 327-330.

Figura 1. Tulillo (*Cyperus seslerioides* s.l.), mostrando las flores dispuestas en espiguillas formando una cabezuela.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Cuadro 1. Número de especies por género de la familia Cyperaceae

Géneros	Especies	Infraespecies	Taxa
Cyperus	37	7	41
Eleocharis	25	0	25
Carex	23	3	23
Rhynchospora	7	1	7
Fimbristylis	4	0	4
Bulbostylis	4	0	4
Pycreus	4	1	4
Schoenoplectus	4	1	4
Scleria	4	0	4
Fuirena	3	3	4
Lipocarpha	2	0	2
Abildgaardia	1	0	1
Bolboschoenus	1	1	1
Karinia	1	0	1
Kyllinga	1	0	1
Scirpus	1	0	1
Total	**122**	**17**	**127**

Fuente: González-Elizondo *et al.* 2014.

Figura 2. Vegetación acuática en donde domina el tulillo (*Eleocharis yecorensis*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 3. Vegetación acuática en donde domina el tule (*Schoenoplectus californicus*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Las ciperáceas han sido aprovechadas por el ser humano desde tiempos remotos con diversos fines. Ludlow-Wiechers y Diego-Pérez (2002) hacen una reseña de la importancia económica y cultural de estas plantas y señalan que en México su uso fue extensivo en la época prehispánica. Los usos múltiples mencionados por dichos autores van desde la elaboración de papel por los egipcios utilizando el papiro (*Cyperus papyrus*); el consumo de los tubérculos de la chufa (*C. esculentus*) y algunas otras especies; el uso forrajero de diversas especies de los géneros *Eleocharis, Cyperus, Rhynchospora* y *Carex*, que son bastante resistentes al pisoteo; la utilización de algunas especies en medicina tradicional y para elaboración de artesanías. Este último uso es el más conocido actualmente.

González-Elizondo *et al.* 2007, señalan que diversas especies, conocidas popularmente como "tule", se utilizan para la elaboración de artesanías y para la fabricación de cestas, petates y asientos de sillas. Particularmente en Durango, se tienen registros del uso de *C. esculentus*, planta conocida con los nombres vernáculos de coquillo y *tirik sai* (lengua tepehuana), como comestible, y junto con *C. manimae* como medicinal (para prevenir la caída de cabello); con las hojas de *Scleria bourgeaui* se prepara una infusión que se toma como agua de uso; *Cyperus* sp. y *C. odoratus* son mencionadas como forrajeras (González-Elizondo *et al.* 2014).

En cuanto a su situación y estado de conservación, ninguna ciperácea de Durango ha sido catalogada en las listas oficiales de especies con estatus de conservación, a pesar de su riqueza de especies, y de que algunas de ellas parecen ser bastante raras.

PRINCIPALES AMENAZAS

Dada su relación con ambientes húmedos, la principal amenaza para muchas poblaciones de estas plantas es la desaparición o modificación de sus hábitats como resultado de procesos naturales y por actividades humanas relacionadas con el manejo del agua que alteran el régimen hídrico, particularmente la duración y frecuencia de las inundaciones en los sitios en donde estas plantas crecen. La falta de conciencia acerca del valor ambiental de los humedales, aunada a conflictos de interés, resulta en la destrucción o drástica modificación de los mismos por prácticas de drenado, relleno, construcción de bordos, presas y otro tipo de infraestructura. Las áreas inundables al sur de Durango y en Zacatecas están sujetas a degradación por efecto del sobrepastoreo, lo que amenaza la biodiversidad aún desconocida de dichos humedales, hábitat de *Eleocharis tenarum*, una especie

de reciente descubrimiento que tiene una distribución restringida a manchones en sitios abiertos y arenosos en esta área (González-Elizondo *et al.* 2009).

OPORTUNIDADES O ACCIONES DE CONSERVACIÓN

La conservación de la biodiversidad depende en gran medida de la conservación de los hábitats naturales. El área de los humedales del Valle del Guadiana fue identificada como la principal área prioritaria para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad en el municipio de Durango (SEMARNAT 2013); dos áreas del estado se cuentan entre los humedales mexicanos de importancia internacional (sitios Ramsar): laguna de Santiaguillo y Parque Estatal Cañón de Fernández. Asimismo se tiene conocimiento de que algunos propietarios de áreas inundables han optado por el establecimiento de UMA (unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre).

Estos factores favorecen de manera indirecta la conservación de las ciperáceas en el estado. Sin embargo, se requieren acciones directas para la conservación de los hábitats de estas plantas a través de los diversos ecosistemas del estado, por ejemplo, la regulación del pastoreo, manejo sustentable del agua y la aplicación de la normatividad para cambios de uso del suelo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las ciperáceas constituyen uno de los grupos de plantas más diversos de Durango. Son también un valioso capital natural por los servicios ambientales que prestan en fitorremediación, control de erosión, regulación del flujo hídrico y por ser importantes elementos del hábitat de muchas especies de fauna silvestre. Sin embargo, su conocimiento es aún fragmentario, por lo que se requieren estudios taxonómicos y ecológicos, particularmente de las áreas de humedales temporales y permanentes a través de los diferentes ecosistemas del estado.

REFERENCIAS

Diego-Pérez, N. y M.S. González Elizondo. 2013. Cyperaceae. En: *Plantas acuáticas mexicanas: una contribución a la flora de México.* A. Lot, R. Medina-Lemos y F. Chiang (eds.). UNAM, México, pp. 85-164.

Flores-Tavizón, E., M.T. Alarcón-Herrera y S. González-Elizondo. 2003. Identification of arsenic accumulating plants in mining sites of the semi-arid region of Northern Mexico. Proceedings of the 7th International Conference on the Biogeochemistry of trace elements. ICOBTE - Swedish University of Agricultural Sciences. 15-19 June 2003. Uppsala, Suecia, pp. 142-143.

González-Elizondo, M.S. y A.A. Reznicek. 2005. *Eleocharis ignota* (Cyperaceae), a new species from western Mexico. *Contribution of the University of Michigan Herbarium* 24: 109-113.

González-Elizondo, M.S., D.J. Rosen, R. Carter y P.M. Peterson. 2007. *Eleocharis reznicekii* (Cyperaceae), a new species from the Mexican High Plateau. *Acta Botanica Mexicana* 81: 35-43.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y I.L. López-Enríquez. 2014. Base de datos florísticos del estado de Durango. MS Access - Herbario CIIDIR IPN, Durango.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, J.A. Tena-Flores *et al.* 2008. Sinopsis de *Scirpus* s.l. (Cyperaceae) para México. *Acta Botanica Mexicana* 82: 15-41.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y J.A. Tena-Flores. 2009. *Eleocharis tenarum* (Cyperaceae), a new species from Durango and Zacatecas, Mexico. *Novon* 19(2): 164-167.

Ludlow-Wiechers, B. y N. Diego-Pérez. 2002. Utilidad e importancia histórica de las Cyperaceae. *Etnobiología* 2: 90-102.

Muasya A.M., D.A. Simpson, G.A. Verboom *et al.* 2009. Phylogeny of Cyperaceae based on DNA sequence data: current progress and future prospects. *The Botanical Review* 75:2-21.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013. Programa de ordenamiento ecológico del territorio del municipio de Durango. Periódico Oficial del Gobierno del estado de Durango. No. IM10-0008; tomo CCXXVIII. Durango, jueves 19 de septiembre de 2013, pp. 2-171.

Tena-Flores, J.A. 2012. *Estudio citogenético de especies de los géneros Eleocharis y Schoenoplectus (Cyperaceae).* Tesis de doctorado en ciencias en biotecnología. IPN/CIIDIR Durango.

Los girasoles, dalias y margaritas (familia Asteraceae o Compositae)

M. Socorro González Elizondo • Martha González Elizondo • Irma Lorena López Enríquez • David Ramírez Noya • José Luis Villaseñor Ríos

DESCRIPCIÓN

Entre las plantas más conocidas en México, muchas pertenecen a la familia Asteraceae, también conocida como Compositae o, más coloquialmente, como familia de las compuestas. ¿Quién no conoce los girasoles, las margaritas, las dalias o la flor de manzanilla? Estas plantas se caracterizan por tener las flores organizadas en un conjunto o inflorescencia compuesta, a la cual se le denomina capítulo, rodeada de una o más filas de hojas llamadas brácteas (involucro) que protegen la inflorescencia.

Estos capítulos dan la apariencia de ser una flor individual. Por ejemplo, una "flor" de margarita o de mirasol, en realidad es un grupo de flores en el que las estructuras que parecen pétalos son más bien flores con lígulas (estructura en forma de lengüeta), mientras que el centro amarillo está formado por muchas pequeñas flores tubulares (en forma de tubito, figura 1). También hay inflorescencias compuestas únicamente por flores tubulares, como las de los borreguitos (*Stevia* spp., figura 2) y los gordolobos (*Pseudognaphalium* spp.), o únicamente por flores liguladas, como la del diente de león (*Taraxacum oficinale*). Dado que las verdaderas flores de las compuestas son tan pequeñas, los frutos también son muy pequeños. Los frutitos son secos y se conocen con el nombre técnico de aquenios o cipselas; usualmente presentan un vilano el cual representa una reducción de los sépalos de la flor y que puede ser de cerdas, aristas o escamas.

La mayoría de las especies de Asteraceae son herbáceas (anuales, bianuales o perennes), aunque también hay muchas subarbustivas o arbustivas e incluso algunas que son árboles. Sus hojas varían mucho en forma, tamaño y disposición (alternas, opuestas o en roseta basal) y pueden ser simples, lobadas o divididas.

DIVERSIDAD

Asteraceae es la familia de plantas más grande del mundo en cuanto a número de especies, de las que se conocen unas 24 000 y se estima que existen alrededor de 30 000, distribuidas en a 1 600 a 1 700 géneros. Estas cifras representan aproximadamente 10% de la flora vascular que se estima para el planeta (Funk *et al.* 2009). En México, es la familia de plantas con mayor riqueza de géneros y de especies (Rzedowski 1972, 1991, Villaseñor 2003, Villaseñor *et al.* 2007), representando alrededor de 13.5% de su flora (Villaseñor 2003, Suárez-Mota y Villaseñor 2011). Se reconocen 423 géneros y entre 3 297 (Panero y Villaseñor 2008) y 3 354 especies (Villaseñor *et al.* 2004) de compuestas para el país.

La tendencia de alta representatividad de compuestas en la flora es particularmente acentuada para Durango, donde Asteraceae es la familia de plantas más diversificada (González-Elizondo *et al.* 1991, 2014), y su proporción en la flora del estado supera 13.5% del total de la flora de México estimado por Villaseñor (2003). Con 831 especies pertenecientes a 185 géneros (apéndice 10, figura 3), las compuestas representan 17.9% de las especies y 15.8% de los géneros de fanerógamas de la entidad. Y si se consideran solamente las dicotiledóneas, la proporción de compuestas se eleva hasta casi la cuarta parte (23.5%).

El total de especies y taxa infraespecíficos de compuestas registradas para Durango se eleva a 892, superando así a Jalisco (831 taxa) y siendo apenas superado por Oaxaca (897 taxa) (Villaseñor *et al.* 2004). En un estudio para Zacatecas y estados colindantes, Balleza y Villaseñor (2002) calcularon la diversidad relativa (relación número de especies/logaritmo de la superficie) de Asteraceae y reportaron una alta diversidad para Durango. De acuerdo con los datos del presente trabajo, la entidad presenta mayor riqueza de taxa de Asteraceae que el resto de los estados con excepción de Oaxaca.

El listado de las especies de Asteraceae presentes en forma silvestre o naturalizada en el estado (apéndice 10) es el resultado de una revisión de la base de datos

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, I.L. López-Enríquez, D. Ramírez-Noya y J.L. Villaseñor. 2017. Los girasoles, dalias y margaritas (familia Asteraceae o Compositae). En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 331-338.

Figura 1. Flor de mirasol (*Cosmos bipinnatus*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 2. Borreguitos (*Stevia serrata*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

anexa al Herbario CIIDIR (González-Elizondo *et al.* 2014), en la cual se incluyen registros de colectas botánicas ahí depositadas, registros de especímenes depositados en otros herbarios, y registros basados en literatura florístico-taxonómica (McVaugh 1984, Ramírez-Noya 2001, González-Elizondo *et al.* 1991, 2007). Para la clasificación en subfamilias y tribus se sigue a Funk *et al.* (2009).

En las clasificaciones propuestas por Panero y Funk (2002, 2008) y por Funk y colaboradores (2009) para la familia, se reconocen 12 subfamilias y 40 a 43 tribus cuya delimitación es aún tentativa. De éstas, en Durango están representadas cinco subfamilias y 21 tribus. La subfamilia Asteroideae es, con mucho, la más ampliamente representada, con 14 tribus. Entre las tribus destacan Heliantheae, Eupatorieae y Astereae (cuadro 1), en un patrón similar al reportado para las compuestas de Zacatecas por Balleza y Villaseñor (2002), mientras que entre los géneros más ricos en especies están *Ageratina* (46), *Stevia* (39), *Verbesina* (34), *Erigeron* (34) y *Brickellia* (31); por otra parte, 72 géneros están representados por una sola especie.

DISTRIBUCIÓN

La familia es casi cosmopolita, ya que existen especies en todo el mundo, con excepción de la Antártida. Se distribuyen en casi todos los tipos de hábitat, desde el nivel del mar hasta el límite altitudinal de la vegetación, aunque son más comunes en ecosistemas de montaña y en regiones áridas y semiáridas (Funk *et al.* 2009).

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

La mayor importancia de las especies de compuestas radica en su amplia representatividad como componentes de prácticamente todos los tipos de vegetación. En Durango, las compuestas son, junto con las gramíneas o zacates, las herbáceas más abundantes en los pastizales, los matorrales xerófilos y los bosques de pino y encino (González-Elizondo *et al.* 2007, 2012, 2014). Incluso en los sitios con las mayores altitudes en el estado, las compuestas representan casi la cuarta parte de la diversidad de plantas vasculares (Ruacho-González *et al.* 2013). En todos esos sitios, las compuestas cubren y retienen el suelo y favorecen el ciclo de nutrientes y la captación de agua.

Muchas compuestas resultan favorecidas por efecto de la perturbación en las comunidades vegetales y llegan a ser abundantes en áreas de disturbio. Un número considerable presenta un marcado comportamiento arvense, esto es, como malezas de cultivos y jardines o como ruderales en los caminos (Medina-Lemos y Villaseñor-Ríos 2010). Algunas especies arvenses y ruderales son las aceitillas (*Bidens* spp.), las amargosas o artemisas (*Parthenium* spp.) y los girasoles (*Helianthus* spp., *Tithonia tubiformis*); otras son malezas o plantas tóxicas para el hombre y el ganado como la escobilla (*Gutierrezia microcephala*) y la tostona (*Baileya multiradiata*); y algunas causan alergias (Del Vitto y Petenatti 2009) pero, en general, la familia incluye plantas de gran valor etnobotánico y ambiental.

En cuanto a sus usos, destacan las plantas medicinales, comestibles, ornamentales e industriales. Muchas son fuente de aceites (como el girasol y el cártamo), forraje, miel y polen, edulcorantes (como la *Stevia*), especias, colorantes, insecticidas, caucho, madera, leña o celulosa (Del Vitto y Petenatti 2009); la flor de muerto o cempasúchil (*Tagetes erecta*) se usa en México en adornos de celebraciones fúnebres desde hace mucho tiempo.

De los usos que la población da a las compuestas en Durango, destaca el medicinal: de las cerca de 800 especies de plantas en el estado para las que se reporta algún uso medicinal, 161 son compuestas (González-Elizondo *et al.* 2004), entre las cuales se incluyen árnicas, estafiates y gordolobos.[1]

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

Muchas especies de compuestas son ruderales y abundantes en áreas de disturbio. Sin embargo, en su mayoría son de distribución muy restringida (endémicas), especialmente en regiones montañosas, y algunas se encuentran en peligro de extinción debido a la intensa transformación de sus hábitats (Villaseñor *et al.* 1998, Panero y Crozier 2012). En México, además de ser la familia más diversificada, destaca también por su alta proporción de endemismos, ya que poco más de la mitad de sus especies son endémicas del país (Turner y Nesom 1993, Villaseñor 1993, 2003). Para Coahuila, Villarreal-Quintanilla *et al.* (1996) calculan en 12% el endemismo de especies de compuestas, incluyendo áreas de estados adyacentes.

1 Para mayor información, consultar la sección Usos tradicionales y convencionales, incluida en esta obra.

Cuadro 1. Tribus de la subfamilia Asteroideae con más de 40 especies en el estado

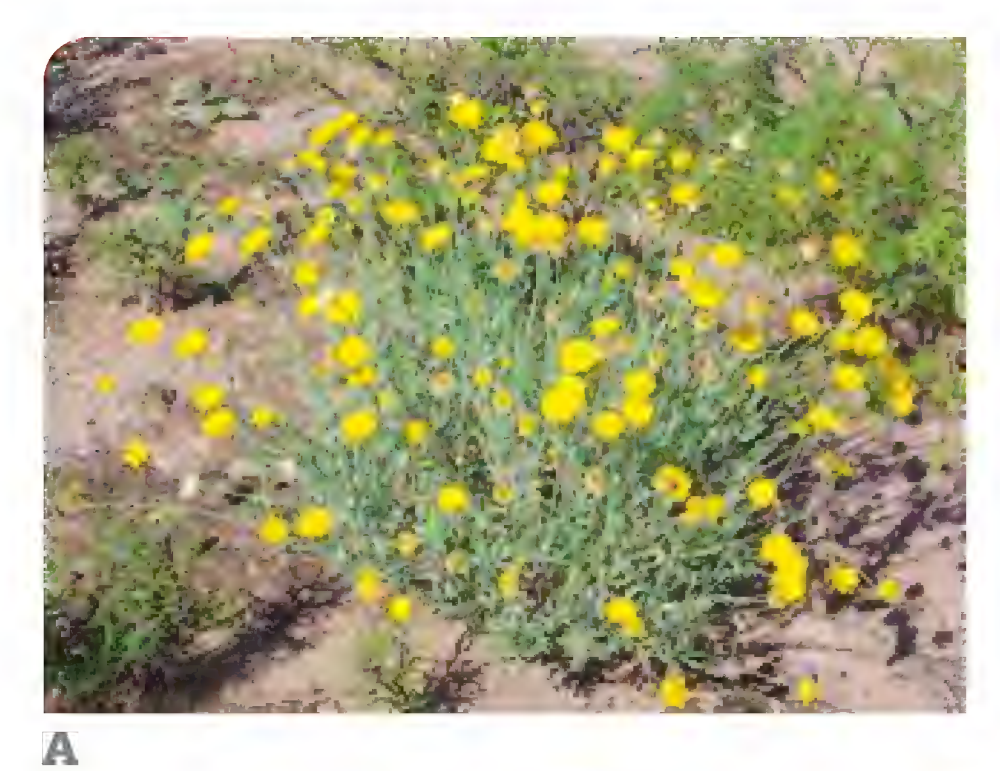
Tribu	Número de géneros	Número de especies
Heliantheae	57	201
Eupatorieae	21	162
Astereae	29	128
Tageteae	11	60
Senecioneae	8	52
Millerieae	13	51
Coreopsideae	8	50

Fuente: González-Elizondo *et al.* 2014.

En Durango se conocen dos géneros de compuestas endémicos: *Trichocoryne* y *Urbinella*, y uno casi endémico, *Henricksonia*. Los tres son monotípicos (constan solamente de una especie). En cuanto a especies, 29 son endémicas a la entidad y otras 48 comparten la distribución con pequeñas áreas de estados adyacentes (cuadro 2) (Villarreal-Quintanilla *et al.* 1996, Villarreal-Quintanilla y Encina-Domínguez 2005, González-Elizondo *et al.* 2000, 2010, 2014). Rzedowski (1972) ha hecho notar la alta concentración de endemismos de compuestas en el Desierto Chihuahuense; aún más notoria es la representación de endemismos de compuestas en la Sierra Madre Occidental (SMOCC), de donde se conocen 25 especies de distribución restringida a Durango (cuadro 2). A pesar de la amplia diversidad de la familia y del gran número de endemismos que incluye, únicamente dos especies se enlistan en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Dahlia scapigera*, sujeta a protección especial (Pr), y *Zinnia violacea*, amenazada (A) (cuadro 2).

PRINCIPALES AMENAZAS

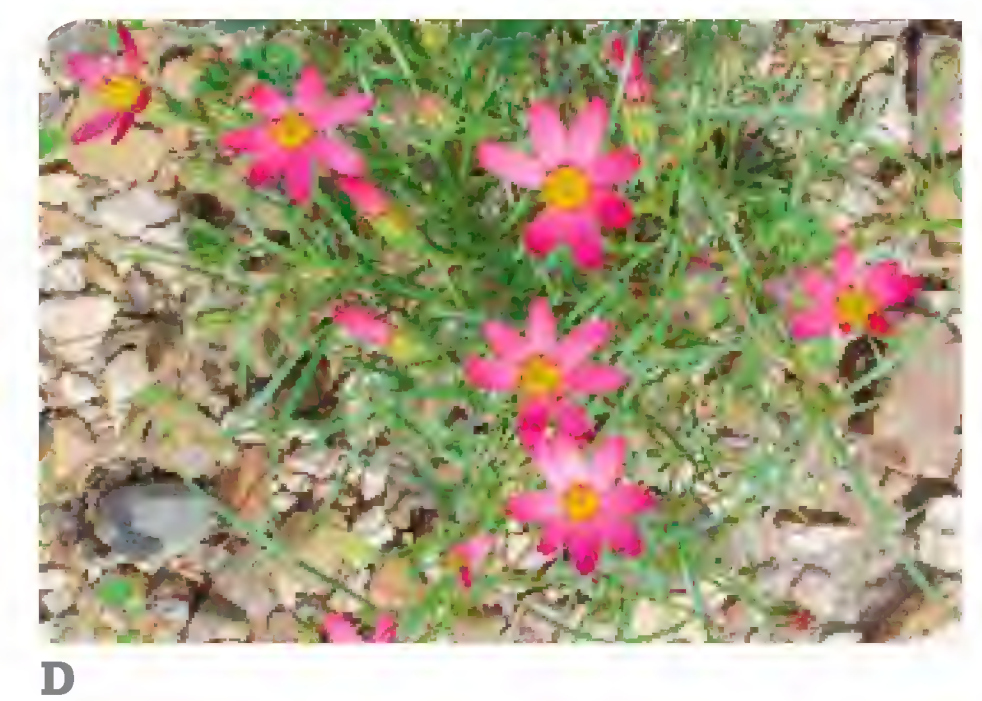
Al igual que ocurre con otros grupos botánicos, muchas especies de compuestas se encuentran amenazadas por la desaparición o fragmentación de sus hábitats. Las especies endémicas a ecosistemas templados y semifríos en la SMO (cuadro 2) son las que presentan mayor vulnerabilidad, particularmente debido a deforestación, cambio de uso del suelo y cambio climático.



A

B

C



D

E

F

Figura 3. Diversidad de asteráceas: a) Tostonas (*Baileya multirradiata*), tóxica para el ganado, b) Palomitas (*Zinnia acerosa*), c) *Dyssodia pinnata*, d) Hierba del venado (*Nicolletia edwarsii*), e) Ojo de chanate, ojo de tordo (*Sanvitalia procumbens*), f) *Cirsium durangense*, g) Cempoalillo (*Tagetes lunulata*), h) Yerbanís (*Tagetes lucida*), i) Borreguitos (*Stevia serrata*), j) Jícama (*Dahlia* sp.), k) *Pippenalia delphinifolia*, l) Ocholillo (*Montanoa* sp.).
Fotos: *M. Socorro González Elizondo.*

G

H

I

J

K

L

Cuadro 2. Especies de compuestas endémicas en el estado y su categoría de acuerdo con la NOM-059

Nombre científico	Tipo de endemismo
Acourtia wislizenii	SMOCC
Ageratina bobjansenii	Dgo SMOCC
Ageratina cronquistii	Dgo SMOCC
Ageratina gonzalezorum	Dgo SMOCC
Ageratina grashoffii	SMOCC
Ageratina hederifolia	SMOCC
Ageratina henzium	SMOCC
Ageratina ramonensis	Dgo SMOCC
Ageratina salicifolia	Dgo SMOCC
Ageratina stricta	SMOCC
Ageratina sundbergii	Dgo SMOCC
Alloispermum gonzalezae	Dgo SMOCC
Alloispermum tridacoides	SMOCC
Axiniphyllum durangense	SMOCC
Brickellia gentryi	Dgo
Brickellia worthingtonii	SMOCC
Calanticaria brevifolia	ZA
Calanticaria inegii	Dgo ZA
Calanticaria oligantha	Dgo ZA
Carphochaete durangensis	Dgo SMO
Carphochaete pringlei	SMOCC
Coreopsis paludosa	SMOCC
Cosmos pringlei	SMOCC
Critoniopsis ovata	SMOCC
Damnxanthodium calvum	SMOCC
*Dahlia scapigera**	México
Erigeron eruptens	SMOCC
Erigeron fraternus	SMOCC
Erigeron lepidopodus	SMOCC
Erigeron mimus	Dgo SMOCC
Erigeron seemani	SMOCC

Nombre científico	Tipo de endemismo
Flourensia ilicifolia	ZA
Flourensia pulcherrima	ZA
Flyriella parryi	SMOCC
Galinsoga crozierae	Dgo SMOCC
Galinsoga durangensis	SMOCC
Guardiola arguta	SMOCC
Gutierrezia alamanii	SMOCC
Helianthella durangensis	Dgo SMOCC
Henricksonia mexicana	ZA
Hofmeisteria gayleana	SMOCC
Hydropectis aquatica	SMOCC
Hymenostephium superaxillare	SMOCC
Hymenothrix palmeri	SMOCC
Leibnitzia occimadrensis	SMOCC
Oritrophium durangense	Dgo SMO
Packera umbraculifera	SMOCC
Pectis incisifolia	ZA
Perymenium pringlei	SMOCC
Psacalium cronquistiorum	Dgo SMOCC
Psacalium globosum	SMOCC
Ratibida mexicana	SMOCC
Roldana pennellii	SMOCC
Senecio billieturneri	Dgo SMOCC
Senecio durangensis	SMOCC
Senecio lasiocaulon	Dgo SMOCC
Senecio sandersiana	Dgo SMOCC
Stevia anadenotricha	SMOCC
Stevia palmeri	SMOCC
Stevia pelophila	Dgo SMOCC
Stevia scabrella	SMOCC
Stevia scabrelloides	SMOCC

Cuadro 2. Continuación

Nombre científico	Tipo de endemismo
Tagetes epapposa	Dgo SMOCC
Tagetes palmeri	SMOCC
Trichocoryne connata	Dgo SMOCC
Urbinella palmeri	Dgo SMOCC
Varilla mexicana var. *mexicana*	ZA
Verbesina corral-diazii	Dgo SMOCC
Verbesina durangensis	Dgo SMOCC
Verbesina jacksonii	Dgo SMOCC
Verbesina papasquiara	Dgo SMOCC
Verbesina parviflora	SMOCC
Vernonia bolleana	SMOCC
Wedelia gonzaleziarum	Dgo SMOCC
Xanthocephalum durangense	Dgo ZA
Xylothamia pseudobaccharis	ZA
*Zinnia violacea***	México

Tipo de endemismo: Dgo SMOCC: Durango en Sierra Madre Occidental; Dgo ZA: Zona árida en Durango; Dgo: Durango; México: México (aunque *Zinnia violacea* se encuentra escapada de cultivo en otras partes del mundo); SMOCC: Sierra Madre Occidental; ZA: Zona árida en Durango y estados aledaños.
NOM-059: Sujeta a protección especial*; Amenazada**
Fuente: González-Elizondo *et al.* 2000, 2004, 2014 (datos sobre endemismo); SEMARNAT 2010.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durango representa una importante zona de diversificación de Asteraceae. Con 892 taxa (828 especies más taxa infraespecíficas), solamente superado por Oaxaca, en su territorio concentra 26% de las especies de la familia conocidas para el país. El grupo contiene especies con una gran variedad de usos, pero aún más importante es su papel como componentes de prácticamente todos los tipos de vegetación en la entidad.

A pesar de ser una de las familias con mayor riqueza de especies, existen amenazas para su mantenimiento, y su conservación es clave para mantener el equilibrio de los ecosistemas de los que forman parte. Las compuestas destacan también por sus endemismos, con tres géneros y 77 especies de distribución restringida, de los cuales dos géneros y 29 especies son exclusivos de la entidad.

Se recomienda realizar inventarios en aquellas regiones que no han sido exploradas, particularmente en la vertiente occidental de la SMO, en los municipios de Mezquital, Pueblo Nuevo, San Dimas, Santiago Papasquiaro, Tamazula y Tepehuanes, así como la cuenca del río San Pedro-Mezquital y la parte sur de la región de las Quebradas. Es necesario continuar con las exploraciones en todas las regiones y particularmente en la Sierra y las Quebradas, con lo que seguramente el presente inventario se verá enriquecido con nuevos registros y nuevas especies en la medida que el territorio de la entidad sea mejor conocido.

AGRADECIMIENTOS

Damos las gracias a don Ignacio Solís Cumplido y don Saturnino Acevedo Santoyo por las colectas de muchos especímenes, al señor Jorge Noriega Villa por su ayuda en campo y en gabinete y al Dr. José Luis Panero por su apoyo con identificaciones.

REFERENCIAS

Balleza, J.J y J.L. Villaseñor. 2002. La familia Asteraceae en el estado de Zacatecas (México). *Acta Botanica Mexicana* 59: 5-69.

Del Vitto, L.A. y E.M. Petenatti. 2009. Asteráceas de importancia económica y ambiental. Primera parte. Sinopsis morfológica y taxonómica, importancia ecológica y plantas de interés industrial. *Multequina* 18: 87-115.

Funk, V.A., A. Susanna, T.F. Steussy y H. Robinson. 2009. Classification of Compositae. En: *Systematics, evolution, and biogeography of Compositae.* V.A. Funk, A. Susanna, T.F. Stuessy y R.J. Bayer (eds.). International Association for Plant Taxonomy (IAPT), Vienna, pp. 171-189.

González-Elizondo, M., M.S. González-Elizondo e Y. Herrera Arrieta. 1991. *Listados florísticos de México. IX. Flora de Durango.* UNAM, México.

González-Elizondo, M., I.L. López-Enríquez, M.S. González-Elizondo y J.A. Tena-Flores. 2004. *Plantas medicinales del estado de Durango y zonas aledañas.* IPN/PROSIMA. México.

González-Elizondo, M.S., I.L. López-Enriquez, J.A. Villarreal-Quintanilla *et al.* 2010. *Flourensia ilicifolia* (Compositae: Heliantheae), nuevo registro para Durango y segunda localidad para la especie. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 4(1): 313-316.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, J.A. Tena-Flores *et al.* 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México. Una síntesis. *Acta Botánica Mexicana* 100: 351-403.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y J. Rzedowski. 2000. Dos nuevas especies de *Viguiera* (Compositae) del estado de Durango, México. *Acta Botánica Mexicana* 53: 35-48.

González-Elizondo, M.S, M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés Editores/IPN, México.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo, J.L. Villaseñor *et al.* 2014. Base de datos florísticos del estado de Durango. MS Access - Herbario CIIDIR/IPN, Durango.

McVaugh, R. 1984. Compositae. En: *Flora Novo-Galiciana.* W.R. Anderson (ed.). The University of Michigan Press, Ann Arbor.

Medina-Lemos, R. y J.L. Villaseñor-Ríos. 2010. Asteraceae. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán* 78: 1-13.

Panero, J.L. y B.S. Crozier. 2012. Asteraceae. Sunflowers, daisies. Tree of Life Web Project, Version 27 January 2012. En: <*http://tolweb.org/Asteraceae/20780/2012.01.27*>, última consulta: 20 de noviembre de 2012.

Panero, J. y J.L.Villaseñor. 2008. Asteráceas (Dicotiledóneas). En: *Catálogo taxonómico de especies de México. Capital natural de México,* vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad.* S. Ocegueda y J. Llorente-Bousquets (coords.). CONABIO. México, CD1.

Panero, J.L. y V.A. Funk. 2002. Toward a phylogenetic subfamilial classification for the Compositae. *Proceedings of the Bioliological Society of Washington* 115: 909-922.

—. 2008. The value of sampling anomalous taxa in phylogenetic studies: major clades of the Asteraceae revealed. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 47: 757-782.

Ramírez-Noya, D. 2001. Contribución al conocimiento de la familia Compositae de Vicente Guerrero, Dgo., México. *Polibotánica* 12: 41-50.

Ruacho-González, L., M.S. González-Elizondo, M. González-Elizondo y C. López-González. 2013. Diversidad florística en cimas de la Sierra Madre Occidental. *Botanical Sciences* 91(2): 193-205.

Rzedowski, J. 1972. Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México III. Algunas tendencias en la distribución geográfica y ecológica de las Compositae mexicanas. *Ciencia* 27: 123-132.

—. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14: 3-21.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Suárez-Mota, M.E. y J.L. Villaseñor. 2011. Las Compuestas Endémicas de Oaxaca, México: Diversidad y Distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 88: 55-66.

Turner B.L. y G.L. Nesom. 1993. Biogeography, diversity, and endangered or threatened status of Mexican Asteraceae. En: *Biological diversity of Mexico: origins and distribution.* T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Oxford University Press, Nueva York, pp. 559-575.

Villarreal-Quintanilla, J.A. y J.A. Encina-Domínguez. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Botánica Mexicana* 70: 1-46.

Villarreal-Quintanilla, J.A., J. Valdés-Reyna y J.L. Villaseñor R. 1996. Corología de las Asteráceas de Coahuila, México. *Acta Botánica Mexicana* 36: 29-42.

Villaseñor, J.L. 1993. La familia Asteraceae en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 44: 117-124.

—. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* 28(3): 160-167.

Villaseñor, J.L., E. Ortiz y V. Juárez. 2004. Asteráceas. En: *Biodiversidad de Oaxaca.* A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología, UNAM/Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/WWF, México, pp. 177-192.

Villaseñor, J.L., G. Ibarra y D. Ocaña. 1998. Strategies for the conservation of Asteraceae in Mexico. *Conservation Biology* 12(5): 1066-1075.

Villaseñor, J.L., P. Maeda, J.A. Rosell y E. Ortiz. 2007. Plant families as predictors of plant biodiversity in Mexico. *Diversity and Distributions* 13: 871-876.

Las orquídeas (familia Orchidaceae)

Cecilia Pulido Díaz • Lizeth Ruacho González • Flor Isela Retana Rentería • David Alfredo Delgado Zamora

DESCRIPCIÓN

Las orquídeas son una familia de monocotiledóneas que constituyen un grupo de plantas muy diverso. Son consideradas las más evolucionadas del reino vegetal, ya que presentan una gran complejidad y especialización en la forma de sus flores, así como en sus tipos de polinización (Espejo-Serna *et al.* 2002). A lo largo de la evolución han tenido que adaptarse a distintos hábitats a través de diversas formas de vida: hay orquídeas terrestres, epífitas, rupícolas, saprófitas y también semiacuáticas y trepadoras (González-Tamayo y Hernández-Hernández 2010).

A pesar de tanta diversidad, se agrupan dentro de la misma familia gracias a la estructura de sus flores, siempre idéntica, con tres sépalos y tres pétalos, uno de ellos modificado, denominado labelo (figura 1e); esta estructura distintiva les ha permitido atraer a los insectos polinizadores con señales visuales y olfativas, creando una relación coevolutiva que garantice su supervivencia.

DIVERSIDAD

En el mundo existen aproximadamente 25 000 especies de orquídeas, esta cifra hace posible contemplar la idea de que existen plantas de diversos tamaños, coloraciones y formas extrañas. En México se conocen cerca de 1 200 especies y 164 géneros, de las cuales hasta el momento se estima que 444 son endémicas (Hágsater *et al.* 2005).

En Durango se reportan 39 géneros y 136 especies (apéndice 11), lo que la coloca en el cuarto sitio respecto al número de especies, lugar que comparte con la familia Cactaceae. Los géneros con mayor número de especies son *Malaxis*, *Habenaria*, *Bletia*, *Encyclia*, *Schiedeella* y *Oncidium* (cuadro 1). Del total de especies registradas sólo *Bletia greenwoodiana* y *Malaxis nelsonii* son reconocidas como endémicas al estado. Ambas especies se registran para la región serrana, la primera para una localidad del municipio Mezquital y la segunda en los municipios de Guanaceví y Santiago Papasquiaro.

DISTRIBUCIÓN

Aunque los bosques de neblina y las selvas tropicales húmedas del sur del país son los ecosistemas más favorables para la existencia de orquídeas, estas se distribuyen en gran parte del territorio nacional, con excepción de las zonas de aridez extrema (Hágsater *et al.* 2005).

En Durango, la mayor parte de las especies registradas se concentra en la región de la Sierra Madre Occidental, tanto en la parte alta y templada como hacia la vertiente occidental, que es más cálida. Este complejo montañoso juega un papel importante en la distribución de las orquídeas en el estado, pues cuenta con los tipos de vegetación idóneos para el desarrollo de estas plantas: bosque mesófilo de montaña, bosque de pino, bosque de encino y pastizales, entre otros. Dentro de este marco, las especies terrestres habitan principalmente las zonas templadas con estaciones de sequía marcadas, mientras que en los ambientes más cálidos y húmedos predominan las epífitas, las cuales, en general, presentan flores más grandes y vistosas.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Desde el punto de vista ecológico, las orquídeas son elementos muy importantes debido a su estrecha relación con los organismos polinizadores y con los hongos, con los que forman micorrizas. Las flores de muchas especies ofrecen néctar a diferentes tipos de insectos y aves a cambio del servicio de polinización que estos organismos ofrecen. De ese modo se mantiene una diversidad de organismos que conviven en las áreas donde se encuentran las especies de la familia Orchidaceae.

Pulido-Díaz, C., L. Ruacho-González, F.I. Retana-Rentería y D.A. Delgado-Zamora. 2017. Las orquídeas (familia Orchidaceae). En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 339-342.

Cuadro 1. Número de especies por género de orquídeas reportadas para el estado

Subfamilia	Géneros	No. de especies por género	% de cada género
Cypripedioideae	*Cypripedium*	1	0.70
Epidendroideae	*Alamania, Barkeria, Epipactis, Euchile, Guarianthe, Maxillariella, Rhynchostele* y *Trichosalpinx*	1	0.70
	Cyrtopodium, Isochilus, Liparis, Meiracyllium, Mormodes, Pleurothallis, Prosthechea y *Stanhopea*	2	1.50
	Corallorhiza y *Tamayorkis*	3	2.20
	Epidendrum, Govenia y *Stelis*	4	2.90
	Laelia	6	4.40
	Oncidium	7	5.10
	Encyclia	9	6.60
	Bletia	12	8.80
	Malaxis	22	16.20
Orchidoideae	*Aulosepalus, Galeoglossum, Galeottiella, Goodyera, Kionophyton* y *Spiranthes*	1	0.70
	Ponthieva y *Sarcoglottis*	2	1.50
	Platanthera	3	2.20
	Dichromanthus	4	2.90
	Schiedeella	9	6.60
	Habenaria	11	8.10
Total	**39**	**136**	**100.00**

Fuente: González-Elizondo *et al.* 2012.

Cuadro 2. Especies de orquídeas presentes en el estado listadas en la NOM-059

Especie	Categoría
Cypripedium irapeanum	A
*Euchile citrina**	Pr
Galeottiella sarcoglossa	Pr
*Laelia speciosa**	Pr
Sarcoglottis cerina	Pr

NOM-059: Amenazada (A); Sujeta a protección especial (Pr); *Endémica a México.
Fuente: SEMARNAT 2010, González-Elizondo *et al.* 2012.

Algunas especies pueden ser consideradas como indicadores del estado de salud del ambiente en el que habitan, pues son tan complejas las relaciones que establecen con su entorno, que su presencia es indicadora de una relativamente buena condición de las comunidades bióticas de las que forman parte (Williams-Linera *et al.* 1995, Espejo-Serna *et al.* 2005).

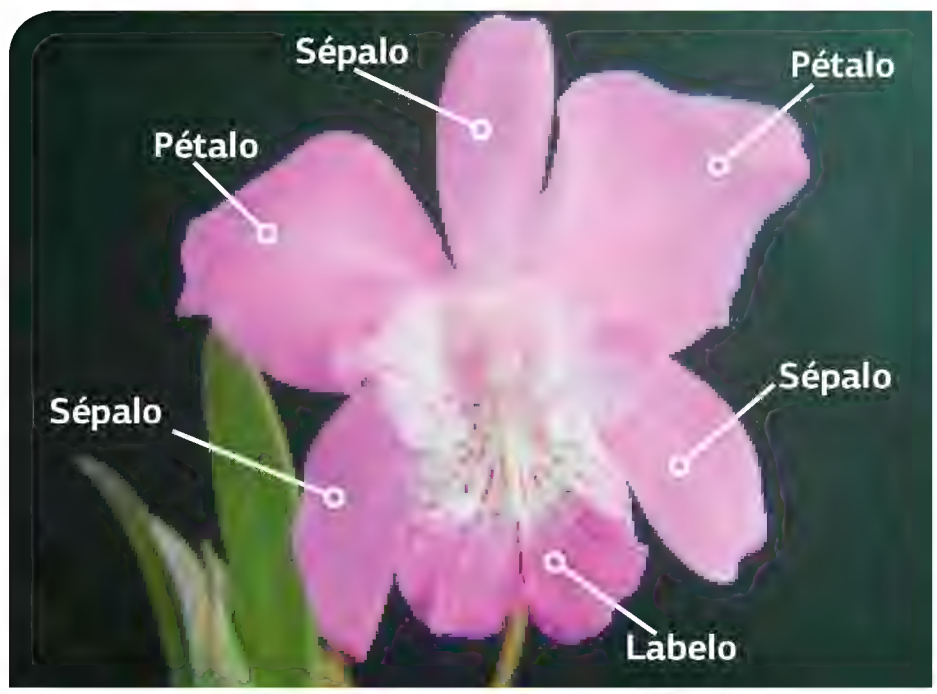
En cuanto al aspecto cultural, tradicionalmente las orquídeas han sido utilizadas por distintos pueblos desde la época prehispánica con fines ornamentales, medicinales, alimenticios, y como parte de festividades religiosas. La floración anual de algunas especies de orquídeas coincide con fechas de celebraciones religiosas en diferentes comunidades en Durango, por ejemplo, la utilización de *Laelia autumnalis* en el festejo del día de muertos, y de *Laelia speciosa* (figura 1e) en el día de *corpus* durante el mes de junio. En varias comunidades del municipio Mezquital, los pseudobulbos de al menos seis especies de *Bletia* se emplean en la fabricación de pegamento; también

A

B

C

D



E

F

Figura 1. Algunas especies de orquídeas: a) *Dichromanthus aurantiacus*, b) *Liparis madrensis*, c y d) *Habenaria* sp., e) *Laelia speciosa* y f) *Malaxis ehrenbergii*.
Fotos: *Lizeth Ruacho (a, b), Mark Fishbein (c, d), Cecilia Pulido (e), Manuel Ramirez (f).*

se registra el consumo de esta estructura, de la especie *Oncidium graminifolium,* conocida como *kaisuk* en lengua tepehuana (González-Elizondo *et al.* 2012).

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

La familia de las orquídeas es una de las que cuenta con un mayor número de especies en peligro de extinción. De las 188 especies que se encuentran bajo algún estatus de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cinco se registran para la flora de Durango (cuadro 2). Cuatro de ellas solamente se enlistan en la flora de la entidad con base en literatura florístico-taxonómica (McVaugh 1985, Soto Arenas 1988). Es decir, por lo menos en los herbarios nacionales no se cuenta con ejemplares de estas especies colectados en la entidad, por lo que se estima que sus poblaciones, de seguir existiendo en el territorio estatal, son muy reducidas.

PRINCIPALES AMENAZAS

Su principal amenaza es la explotación para uso ornamental y comercial, así como la demanda de algunos coleccionistas aficionados a estas plantas. Otro factor que afecta a las poblaciones naturales de orquídeas es la fragmentación de su hábitat debido al cambio del uso del suelo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En Durango aún no se realizan acciones de conservación en beneficio de estas especies, a pesar de que las orquídeas representan una de las familias con mayor número de especies en la entidad. Por otra parte, es necesario realizar más trabajo de campo en diversas áreas del estado, sobre todo en la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental, la cual es más húmeda; asimismo, es necesario determinar claramente el material que se encuentra en las diversas colecciones del país y del extranjero. Ahondar en el estudio de las orquídeas permitirá tener un conocimiento más preciso sobre el manejo y conservación de este grupo de plantas.

REFERENCIAS

Espejo-Serna, A., A.R. López Ferrari, R. Jiménez Machorro y L. Sánchez Saldaña. 2005. Las orquídeas de los cafetales en México: una opción para el uso sostenible de ecosistemas tropicales. *Revista de Biología Tropical* 53(1-2): 73-84.

Espejo-Serna, A., J. García Cruz, A.R. López Ferrari *et al.* 2002. *Orquídeas del estado de Morelos.* Herbario AMO y Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México.

González-Elizondo, M.S., M. González Elizondo e I.L. López Enríquez. 2012. Base de datos florísticos del estado de Durango. MS Access - Herbario CIIDIR-IPN, Durango.

González-Tamayo, J.R. y L. Hernández-Hernández. 2010. *Las orquídeas del occidente de México.* COECYT-jal, Guadalajara.

Hágsater, E., M.A. Soto Arenas, G.A. Salazar Chávez *et al.* 2005. *Las orquídeas de México.* Instituto Chinoin, A.C., México.

McVaugh, R. 1985. Orchidaceae. Flora Novo-Galiciana Vol. 16. University of Michigan Press, Ann Arbor.

Soto Arenas, M.A. 1988. Listado actualizado de las orquídeas de México. *Orquídea (México)* 11: 233 - 277.

Williams-Linera, G., V. Sosa y T. Platas. 1995. The fate of epiphytic orchids after fragmentation of a mexican cloud forest. *Selbyana* 16:36-40.

Los cactus (familia Cactaceae)

Martha González Elizondo • Flor Isela Retana Rentería • Lizeth Ruacho González • Inocencia Ávalos Huerta • Joanna Valenzuela Valadez

DESCRIPCIÓN

La familia Cactaceae es una de las más representativas y quizá la más emblemática de México. A esta familia pertenecen los nopales (*Opuntia* spp.), así como una gran variedad de plantas conocidas comúnmente con diversos nombres vernáculos como cactus, biznagas, pitayos, pitahayos, órganos y cardones, entre otros.

Las cactáceas presentan una amplia diversidad de formas y tamaños. Las hay globosas o cortamente cilíndricas (cactus, biznagas), que pueden medir desde unos cuantos centímetros, como *Mammillaria saboae* (figura 1), hasta más de un metro como la biznaga colorada (*Ferocactus pilosus*, figura 2); las columnares, arbustivas o arborescentes, que llegan a alcanzar varios metros de altura, como algunos nopales (*Opuntia* spp.) y pitayos (*Stenocereus* spp., figura 3); otras presentan tallos muy largos y delgados que requieren de un soporte externo y se comportan como trepadoras, epífitas o rastreras (pitahayos, juncos, tasajos, reinas de la noche), como *Hylocereus* sp. (figura 4); y aún otras que presentan forma única, como *Leuchtenbergia principis*, conocida comercialmente como cactus-agave por su peculiar apariencia (figura 5).

La mayoría de las cactáceas presentan espinas y tienen un tejido capaz de almacenar agua, por lo cual se les denominan crasas o suculentas; sin embargo, también las hay que son poco crasas como el xoconoxtle (*Pereskiopsis* sp., figura 6) o sin espinas, como el peyote (*Lophophora* spp.) y el falso peyote (*Ariocarpus fissuratus*, figura 7). Además, contra una arraigada creencia popular, no todas las plantas crasas o con espinas pertenecen a la familia de los cactus; por ejemplo, las especies de *Agave* (magueyes, noas, lechuguillas) corresponden a la familia Agavaceae y muchas plantas crasas corresponden a la familia Crassulaceae.

Lo que distingue a las especies de la familia Cactaceae es la presencia de aréolas, pequeñas áreas de crecimiento equivalentes a las yemas de otras plantas y de las cuales, en el caso de las cactáceas, se originan hojas reducidas, flores, nuevos tallos, espinas, glóquidas,[1] cerdas, pelos y en algunos casos raíces adventicias (Bravo-Hollis 1978). Otra estructura característica de la familia de las cactáceas es la peculiar forma de sus flores, compuesta de dos partes: un pericarpelo (tejido que se origina del tallo y que cubre el ovario que a la postre se convertirá en el fruto) y un perianto que rodea a los órganos sexuales, y que a diferencia de la flor típica no está formado por cáliz y corola, sino por una serie de hojas modificadas —segmentos del perianto—, que de afuera hacia adentro van transformándose de estructuras similares a los sépalos a estructuras vistosas similares a los pétalos.

DIVERSIDAD

Existen diversas opiniones en cuanto a la cantidad de géneros y de especies que componen a esta familia a nivel mundial. Los dos tratamientos sinópticos más recientes de la familia reconocen un total de 1896 especies y 127 géneros (Anderson 2001, 2005) o 1438 especies y 124 géneros (Hunt *et al.* 2006) (citados por Nyffeler y Eggli 2010). México es el país con mayor riqueza de especies con 63 géneros y 669 especies (Guzmán *et al.* 2003) y con un alto porcentaje de endemismos (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991, Hernández y Godínez 1994). Las 669 especies de cactáceas mexicanas representan 2.85% de la flora nacional estimada en 23424 especies (Villaseñor 2004). En las clasificaciones más recientes se reconocen cuatro subfamilias: Cactoideae, Opuntioideae, Pereskiodeae y Maihuenioideae (Wallace 1995), siendo las dos primeras las más diversificadas. Cactoideae incluye una gran variedad de plantas con diversas formas y tamaños (globosas, cilíndricas, columnares, entre

1 Conocidas popularmente como "aguates", son las minúsculas espinas de los nopales

González-Elizondo, M., F.I. Retana-Rentería, L. Ruacho-González, I. Ávalos-Huerta y J. Valenzuela-Valadéz. 2017. Los cactus (familia Cactaceae). En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 343-355.

otras); Opuntioideae agrupa a todas las especies de nopales, choyas y plantas similares. En contraste, las subfamilias Pereskiodeae y Maihuenioideae se componen de un solo género cada una; en México Pereskiodeae está representada por una sola especie cuyo hábitat es el bosque tropical en los estados de Guerrero y Oaxaca (Guzmán *et al.* 2003); y Maihuenioideae, cuyas únicas dos especies habitan en la Patagonia (Anderson 2001, Hunt *et al.* 2006).

Para actualizar la información sobre la riqueza de la familia Cactaceae en Durango se revisó la base de datos de la flora estatal (González-Elizondo *et al.* 2012) y los especímenes depositados en el Herbario CIIDIR. Esta información se complementó con datos de las colecciones de cactáceas de los herbarios MEXU y ENCB y una exhaustiva revisión de literatura taxonómica especializada. Para la nomenclatura de géneros y especies se siguió principalmente la propuesta de Guzmán *et al.* (2003). Adicionalmente, con el fin de detectar posibles discrepancias en la nomenclatura (a nivel de género) adoptada por dichos autores, se revisaron las sinopsis recientes de la familia de Anderson (2001) y Hunt *et al.* (2006).

El listado florístico actualizado para el estado quedó integrado por 158 taxa pertenecientes a 32 géneros[2] y 139 especies, algunas de las cuales están representadas por más de una subespecie (apéndice 12). La subfamilia Cactoideae está representada en la entidad por 97 especies (70%) y 27 géneros (84%), mientras que Opuntioideae está representada por 42 especies (30%) agrupadas en cinco géneros (16%). Se añadieron nuevos registros (incluyendo varios géneros) y se excluyeron de la flora cactológica regional varios taxa (incluyendo un género) previamente mencionados en la escasa literatura sobre cactáceas de Durango. Los criterios para excluir taxa previamente registrados o mencionados para la entidad fueron varios: por corresponder a sinónimos de especies válidas; por constituir errores de identificación; por no contar con ejemplar de herbario que avale su presencia y considerarse dudosa su existencia en el área de estudio; o por corresponder a especies cultivadas en la región.[3]

A pesar de dichas exclusiones, el balance de las cifras significa un aumento de poco más de 30% de especies de cactáceas conocidas previamente para Durango de acuerdo al registro para esta entidad de 97 especies y 22 géneros en el "Catálogo de cactáceas mexicanas" (Guzmán *et al.* 2003, cuadro 1). De acuerdo con los géneros y especies de cactáceas reconocidas para México por estos autores (63 y 669 respectivamente), la flora cactológica del estado (139 especies y 32 géneros), representa la mitad de los géneros y alrededor de una quinta parte de las especies conocidas para el país.

De acuerdo a Godínez-Álvarez y Ortega-Baes (2007) con base en los datos registrados por Guzmán *et al.* (2003) para cada entidad, Durango ocupa el octavo lugar en número de especies y el undécimo lugar en número de géneros. Sin embargo, de acuerdo a los datos de esta actualización, la riqueza genérica de las cactáceas de Durango se acerca a las máximas estatales reportada por Guzmán *et al.* (2003) para San Luis Potosí (33), Oaxaca, Tamaulipas (31 cada uno) y Nuevo León (30); y supera a la reportada por Villarreal-Quintanilla (2001) para Coahuila (25). Asimismo, Durango ocupa uno de los primeros lugares en número de especies, solamente superado por San Luis Potosí (151 especies) y por Coahuila (126 especies según Guzmán *et al.* 2003; o 148 según Villarreal-Quintanilla 2001), equiparándose con Nuevo León, Oaxaca, Tamaulipas y Querétaro, estados reconocidos por sus ricas floras cactológicas. Esto coloca a Durango entre los estados con mayor diversidad de cactáceas, lo que no había sido reconocido con anterioridad.

Al igual que en otras regiones del norte del país, entre los 32 géneros registrados para la flora cactológica del estado, destacan por su riqueza de especies: *Mammillaria* (33 especies), *Opuntia* (30), *Echinocereus* (14) y *Coryphantha* (13); los otros 28 géneros están representados por una a cinco especies cada uno. Los géneros no registrados para Durango en el catálogo de cactáceas mexicanas (Guzmán *et al.* 2003) son: *Hylocereus*, *Astrophytum*, *Leuchtenbergia*, *Lophophora*, *Mammilloydia*, *Nyctocereus*, *Pachycereus*, *Pilosocereus*, *Stenocereus* y *Selenicereus*[4] (figuras 3, 4, 5, 7 y 8; cuadro 1). Con excepción del último,

2 Se acepta el género *Corynopuntia* además de *Grusonia*, y *Nyctocereus* además de *Peniocereus*. Por otra parte, las especies de *Nopalea* se circunscriben dentro del género *Opuntia*.

3 Algunos de los taxa citados previamente para la entidad y excluidos en esta contribución son: *Marginatocereus marginatus* (citado por Guzmán *et al.* 2003), ya que solamente existe cultivada en Durango); *Echinocereus topiensis*, *E. triglochidiatus*, *Opuntia pyriformis* (también citadas por Guzmán et al. 2003, se excluyen por corresponder a sinónimos); *Echinocereus longisetus* y *Peniocereus greggii* var. *transmontanus* (citadas por Sánchez-Salas et al. 2004 con base en identificaciones erróneas); *Coryphantha vaupeliana*, *Echinocereus mapimensis*, *Ferocactus latispinus*, *Pachycereus pringlei*, *Stenocereus thurberi* y *Astrophytum capricorne* (citadas por González-Elizondo *et al.* 1991 con base en referencias bibliográficas anteriores; de la última especie no se descarta su presencia en la entidad).

4 Además de *Grusonia*, en sentido estricto, cuya única especie es *G. bradtiana*, no registrada previamente para la entidad y que se incluye en este trabajo con base en Cornet (1985).

Figura 1. *Mammillaria saboae* en la sierra El Epazote, es una de las especies más pequeñas de Durango.
Foto: *Lizeth Ruacho González.*

Figura 2. Biznaga colorada o biznaga de la sierra (*Ferocactus pilosus*) en el municipio de Cuencamé; Ing. Rodolfo G. Corrales Drawert como referencia.
Foto: *Martha González Elizondo.*

Figura 3. Pitayo (*Stenocereus montanus*) en el municipio del Mezquital, es la especie de cactus de mayor talla en la entidad.
Foto: *Martha González Elizondo.*

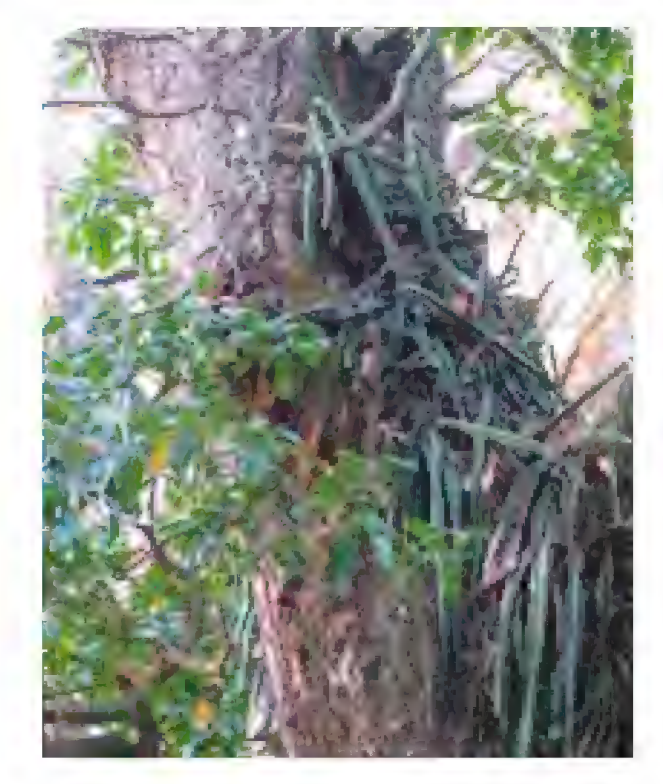


Figura 4. Pitahaya, *sasparak i'bai* (*Hylocereus* sp.) creciendo sobre un árbol, es una de las pocas especies de Cactaceae epífitas del estado.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 5. Cactus-agave (*Leuchtenbergia principis*), cactus de forma muy peculiar, en el municipio de Cuencamé.
Foto: *Martha González Elizondo.*

Figura 6. Xoconoxtle (*Pereskiopsis* sp.), es uno de los pocos cactus con hojas.
Foto: *Martha González Elizondo.*

Figura 7. Falso peyote (*Ariocarpus fissuratus*) con flor. Al igual que el verdadero peyote (*Lophophora* spp.), las especies de *Ariocarpus* carecen de espinas.
Foto: *Martha González Elizondo.*

se ha comprobado la presencia en la entidad de por lo menos una especie representativa de cada uno de ellos. La pitayita (*Selenicereus vagans*) fue citada para la entidad por Gold (1967), se mantiene en la lista florística de Durango por considerarse muy probable su presencia, con base en su amplia distribución desde el sur de Sonora hasta Chiapas, en bosque tropical caducifolio y subcaducifolio (Terrazas *et al.* 2013).

DISTRIBUCIÓN

Los cactus son plantas originarias del continente americano que se distribuyen ampliamente de manera natural desde Canadá hasta Argentina. Aunque a las cactáceas comúnmente se les relaciona con los ambientes áridos y semiáridos, en donde habitan una gran cantidad de especies, lo cierto es que ocupan una gran diversidad de hábitats: desde el nivel del mar hasta grandes elevaciones; en matorrales xerófilos, pastizales, bosques templados, bosques mesófilos y bosques tropicales. Algunas especies, principalmente arbustivas o arborescentes, se presentan como dominantes en las comunidades vegetales de las que forman parte, mientras que otras son extremadamente raras (González-Elizondo *et al.* en preparación).

En la entidad, solamente 12 de los 32 géneros reconocidos (37%) se restringen a los matorrales xerófilos de las zonas áridas, otros ocho (25%) se presentan exclusivamente en bosque tropical de la región de las Quebradas y otro en bosque templado de la región de la Sierra; los 11 géneros restantes (34%) se distribuyen en más de una ecorregión (cuadro 2). *Mammillaria*, *Opuntia* y *Echinocereus* se distribuyen en una gran diversidad de ambientes y presentan especies en todas las ecorregiones de Durango; *Coryphantha*, junto con *Cylindropuntia* y *Ferocactus*, también presentan distribución amplia pero no en todas las ecorregiones.

En términos generales, en las zonas áridas con matorrales xerófilos predominan las especies de cactáceas de talla pequeña, generalmente globosas o cilíndricas (cactus o biznagas) de los géneros *Coryphantha*, *Escobaria*, *Mammillaria*, *Echinomastus* y *Glandulicactus*; mientras que en las quebradas, con bosques tropicales, predominan las especies columnares de los géneros *Stenocereus* (pitayos), *Pachycereus* (cardón) y *Pilosocereus* (pitayo barbón); además de los géneros de las plantas trepadoras o decumbentes: *Hylocereus* (pitahaya) y *Acanthocereus* (tasajo).

Las nopaleras arborescentes de México alcanzan su límite norte en Durango, conformadas principalmente

Cuadro 1. Comparación entre la riqueza de especies registradas en el estado

Género	Número de especies	
	Guzmán *et al.* 2003	Este estudio
Mammillaria	27	33
Opuntia	14	30
Echinocereus	13	14
Coryphantha	13	13
Cylindropuntia	5	5
Ferocactus	3	4
Corynopuntia (Grusonia s.l.)	2	4
Escobaria	2	3
Thelocactus	2	3
Ariocarpus	2	2
Pereskiopsis	2	2
Stenocactus	2	2
Echinocactus	1	2
Peniocereus	1	1
Hylocereus	0	2
Acanthocereus	1	1
Echinomastus (Sclerocactus)	1	1
Epithelantha	1	1
Glandulicactus (Sclerocactus)	1	1
Heliocereus (Disocactus)	1	1
Myrtillocactus	1	1
Neolloydia	1	1
Astrophytum	0	1
Grusonia s.s	0	1
Leuchtenbergia	0	1
Lophophora	0	1
Mammilloydia	0	1
Nyctocereus	0	1
Pachycereus	0	1
Pilosocereus	0	2
Selenicereus	0	1
Stenocereus	0	2
Marginatocereus	1	0
Total géneros	**22**	**32**
Total especies	**97**	**139**

Los nombres entre paréntesis son los reconocidos por Hunt *et al.* 2006.
Fuente: Guzmán *et al.* 2003.

Figura 8. Dos especies creciendo juntas en bosque tropical caducifolio: pitayo barbón (*Pilosocereus alensis*) con mechones densos de pelos blancos cerca de los extremos de las ramas; y cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*), con ramas más gruesas, de color verde más intenso.
Foto: *José Juan Mendoza.*

por *Opuntia leucotricha* y *O. durangensis*; y en menor proporción se presentan *O. streptacantha*, *O. megacantha*, *O. hyptiacantha*; e incluso *O. ficus indica*, naturalizado o escapado de cultivo, que forma parte del piedemonte de la sierra.

Solamente cinco de las especies registradas (menos de 4%) son de distribución restringida a la entidad: *Coryphantha kracikii* (figura 9), *C. longicornis* (figura 10), *Echinocereus schereri*, *Mammillaria guelzowiana*, y *M. theresae* (figura 11a). La cantidad de endemismos se duplica al considerar los taxa infraespecíficos: *Coryphantha durangensis* subsp. *cuencamensis*, *Echinocereus adustus* subsp. *schwarzii* (figura 12), *Echinomastus unguispinus* subsp. *minimus*, *Mammillaria pennispinosa* subsp. *brachytrichion*, *M. pennispinosa* subsp. *nazasensis* y *Mammillaria saboae* subsp. *roczekii* (figura 11b).

Adicionalmente, un análisis preliminar de la distribución general de las especies registradas indica que más de 25% de las mismas se restringen al estado de Durango y los estados aledaños de Coahuila, Chihuahua, Sinaloa y Zacatecas (González-Elizondo *et al.* en preparación).

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Varias especies del género *Opuntia* (nopales) constituyen los elementos dominantes en la fisonomía y estructura de algunas comunidades vegetales en las diferentes ecorregiones de la entidad, y contribuyen a la estabilidad del suelo y al equilibrio ecológico de dichas comunidades, ya que constituyen fuentes de agua, alimento y refugio para diversos animales (mamíferos, aves, reptiles, insectos, entre otros), algunos de los cuales, en reciprocidad, actúan como polinizadores o dispersores. En la región Árida y Semiárida son comunes las nopaleras compuestas con una o varias especies: *Opuntia engelmannii*, *O. rastrera*, *O. phaeacantha* y *O. rufida*. En la región de los Valles las nopaleras están dominadas por duraznillo (*O. leucotricha*), localizadas al oriente en las zonas más bajas y más secas, y por *O. durangensis* (también conocido como duraznillo) en las zonas al poniente en su transición con la sierra; en algunos sitios con suelo somero en la sierra se presentan nopaleras compuestas por nopal tapón (*O.* cf. *robusta*). Otras especies de cactáceas que se comportan como dominantes fisonómicos

Cuadro 2. Distribución de los géneros de Cactaceae en las ecorregiones de Durango

	Ecorregión[1]			
Género	**A**	**V**	**S**	**Q**
Acanthocereus				•
Ariocarpus	•			
Astrophytum	•			
Corynopuntia[2]	•			
Coryphantha	•	•	•	
Cylindropuntia	•	•	•	•
Echinocactus	•	•	•	
Echinocereus	•	•	•	•
Echinomastus (Sclerocactus)[3]	•		•	
Epithelantha	•			
Escobaria	•			
Ferocactus	•	•	•	•
Glandulicactus (Sclerocactus)	•			
Grusonia s.s.	•			
Heliocereus (Disocactus)			•	
Hylocereus				•
Leuchtenbergia	•			
Lophophora	•			
Mammillaria	•	•	•	•
Mammylloidia	•			
Marginatocereus[4] *(Pachycereus)*	•	•	•	
Myrtillocactus				•
Neolloydia	•			
Nyctocereus[2]				•
Opuntia	•	•	•	•
Pachycereus				•
Peniocereus	•			
Pereskiopsis				•
Pilosocereus				•
Selenicereus				•
Stenocactus	•	•	•	
Stenocereus				•
Thelocactus	•	•	•	
Total	**22**	**9**	**11**	**14**
Restringidos	**12**	**0**	**1**	**8**

[1] Ecorregiones de Durango según González *et al.* 2007: A, región Árida y Semiárida; V, región de los Valles; S, región de la Sierra; Q, región de las Quebradas.

[2] Se acepta el género *Corynopuntia* (parte de *Grusonia s.l.*) y *Nyctocereus* (parte de *Peniocereus* s.l.).

[3] En este cuadro, los nombres entre paréntesis (*Sclerocactus, Disocactus* y *Pachycereus*) corresponden a los reconocidos por Hunt *et al.* 2006.

[4] El género *Marginatocereus* solamente existe cultivado. No se considera entre los 32 géneros reconocidos para la flora regional.

Fuente: González *et al.* en preparación.

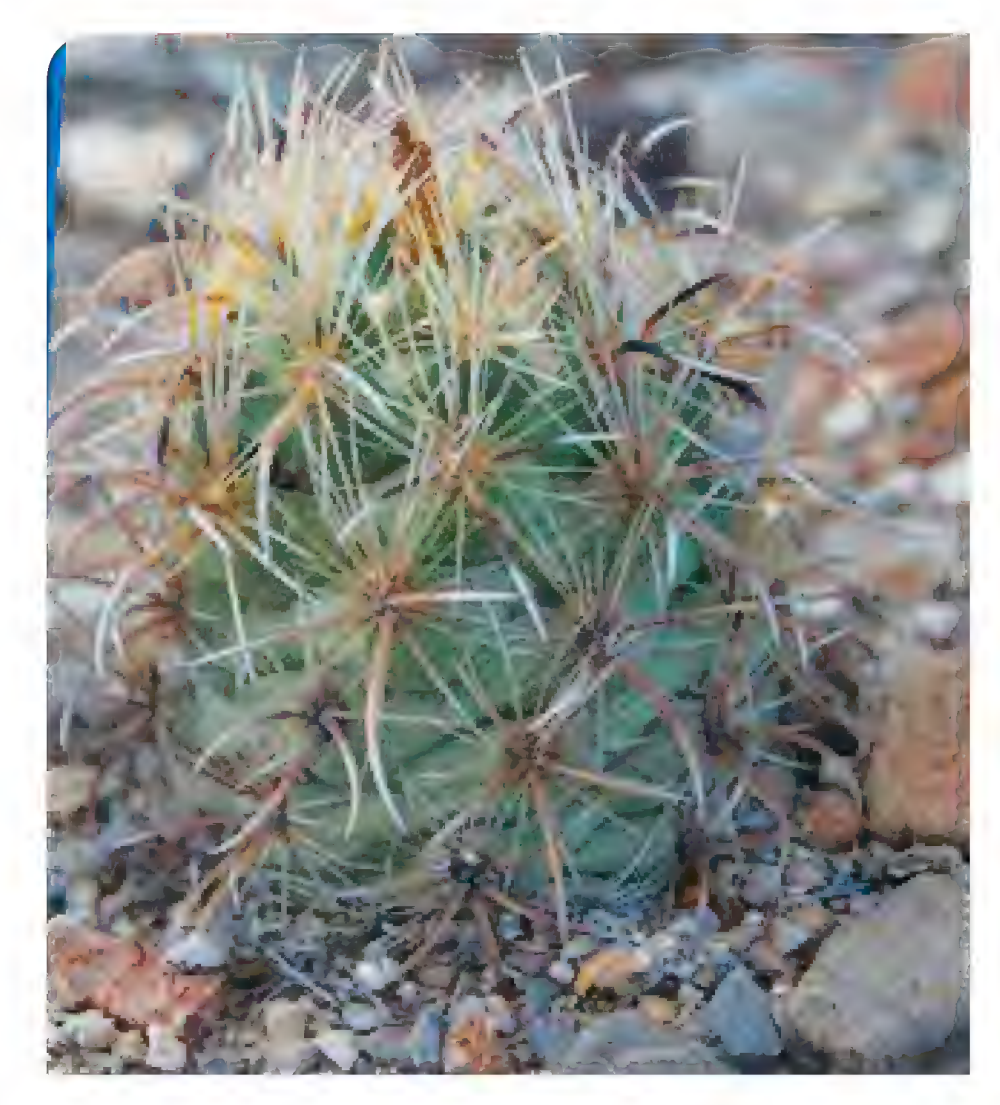


Figura 9. *Coryphantha kracikii*, especie conocida solamente de una pequeña área en el extremo norte del estado.
Foto: *Joanna Valenzuela Valadez.*

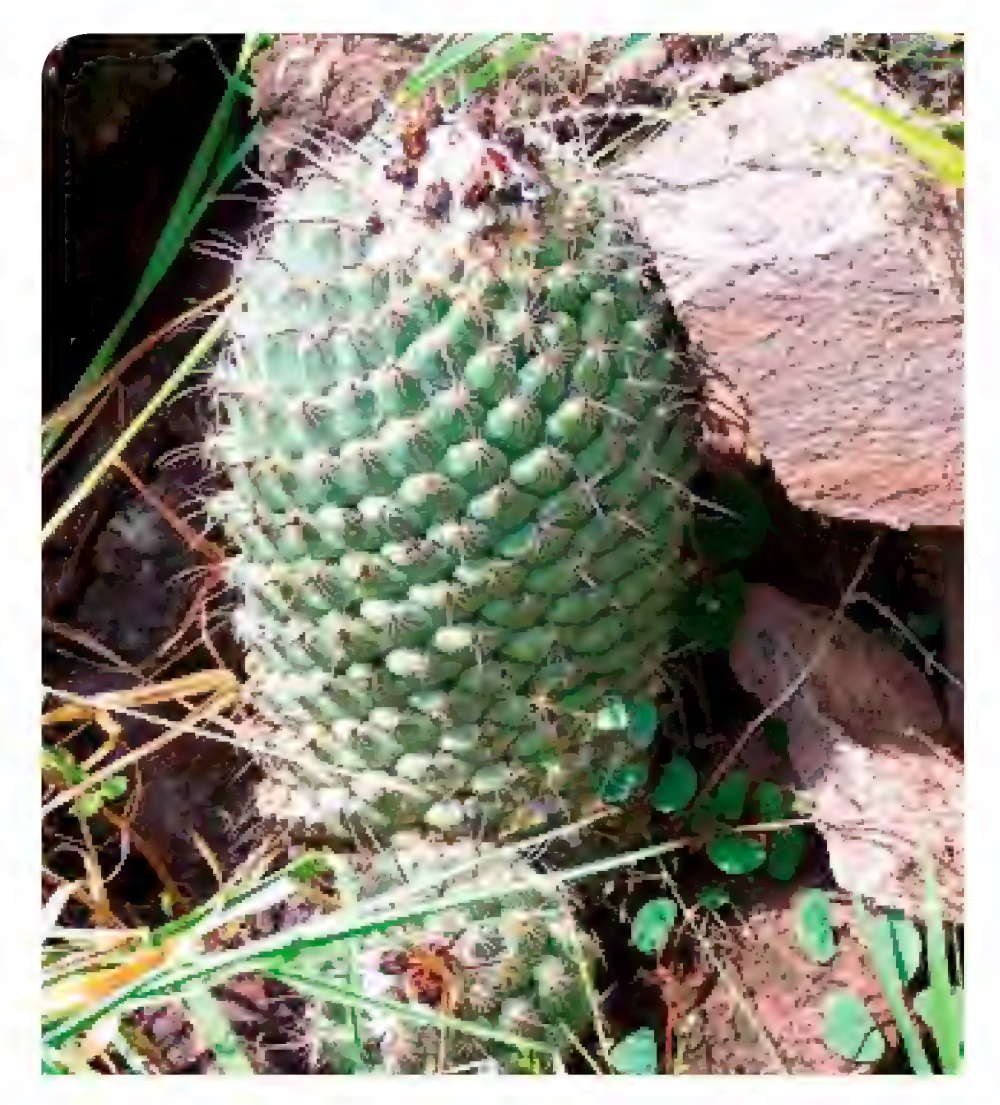


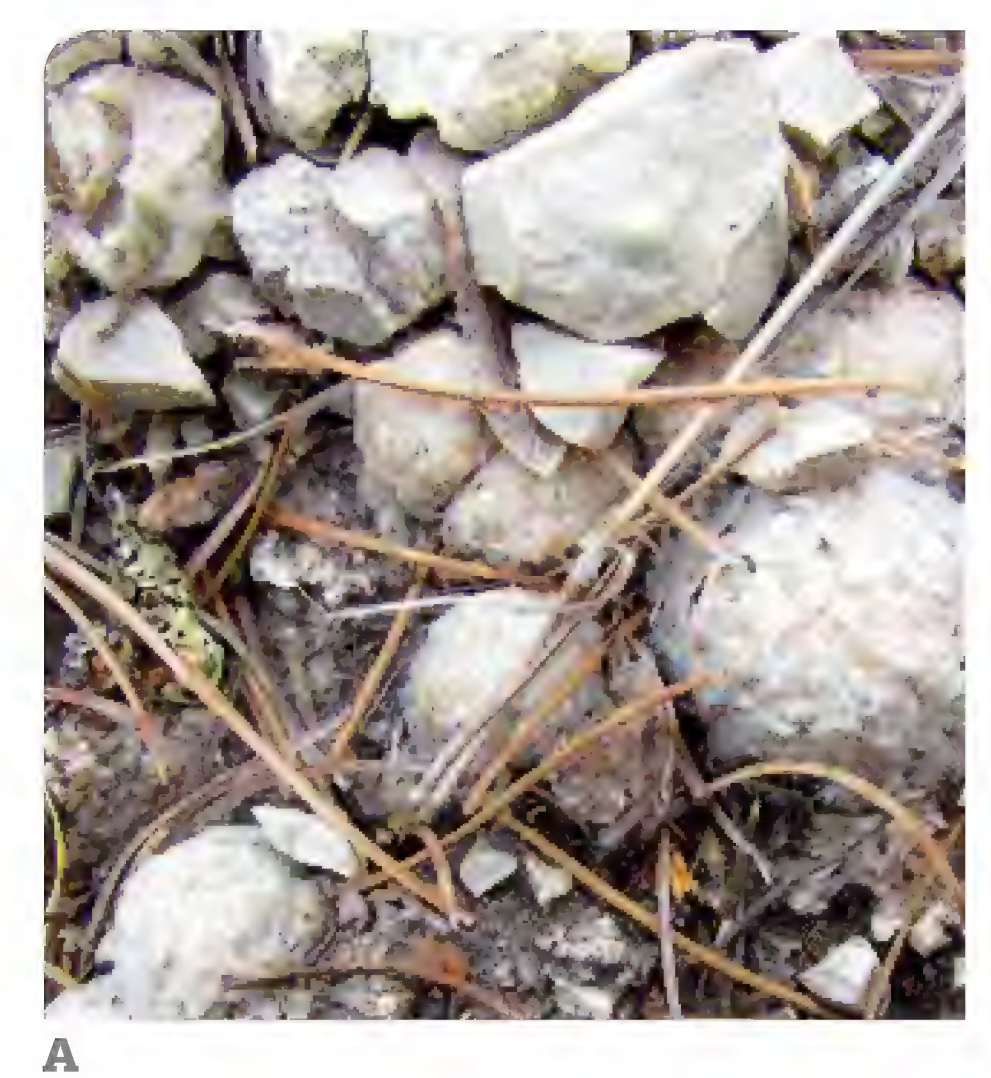
Figura 10. Biznaga de piña (*Coryphantha longicornis*), endémica a un área en el valle del río Nazas en los municipios de Indé y Rodeo.
Foto: *Martha González Elizondo.*

en ciertas áreas de matorral subtropical y de bosque tropical caducifolio son: garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) y pitayo (*Stenocereus* spp.), desempeñando un papel importante en la conformación del hábitat para la fauna residente y migratoria en dichos ambientes. No obstante que la mayoría de las especies de Cactaceae en Durango no se comportan como dominantes o codominantes, como las mencionadas en las líneas anteriores, sino como especies acompañantes o especies ocasionales (raras), todas juegan papeles ambientales relevantes ya que forman parte de la biodiversidad y mantienen relaciones (directas o indirectas) de diversa índole con otras especies vegetales o animales.

En cuanto a la importancia cultural, la población rural utiliza los cladodios tiernos (nopalitos) y los frutos (tunas) de especies como duraznillo (*Opuntia leucotricha, O. durangensis*), cardón (*O. streptacantha*), cardón de la sierra, coyote (*O. megacantha*), chaveño (*O. hyptiacantha*) y nopal de castilla (*Opuntia ficus-indica*) para autoabasto y en algunas comunidades, como en Santiago Bayacora, parte del ingreso familiar proviene de la recolecta de estos productos para la venta a pequeña escala (Ávalos-Huerta 2012). Además de los nopales, se utiliza como alimento el pitayo (*Stenocereus montanus* y *S. queretaroensis*), cuyos frutos maduran en mayo y son muy apreciados; asimismo, diversas especies de *Mammillaria* (biznagas de chilitos) tienen frutos comestibles llamados coloquialmente chilitos. En la comunidad La Parrilla, municipio de Nombre de Dios, se utilizan estos frutos mezclados con la masa para elaborar tortillas; otros frutos comestibles utilizados de manera casual son los garambullos (*Myrtillocactus geometrizans*), los de las biznagas ganchudas (*Ferocactus hamatacanthus*) y varias especies de alicoches (*Echinocereus* spp.).

Al igual que en otras regiones del país, los nopales silvestres (*Opuntia* spp.) son utilizados como forraje, cercos vivos, y en medicina tradicional para el tratamiento de algunas enfermedades (Ávalos-Huerta 2012).

Otras especies de cactáceas que se usan en medicina tradicional son: peyote (*Lophophora williamsii*), falso peyote (*Ariocarpus fissuratus*), pitayo (*Stenocereus montanus*), cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*), reina de la noche (*Peniocereus greggii*) (figura 13), biznagas de chilitos (*Mammillaria* spp.), cardenche (*Cylindropuntia imbricata*, figura 14) y tasajillo (*C. leptocaulis*) (González-Elizondo *et al.* 2004).



A

B

Figura 11 a) Peyotillo (*Mammillaria theresae*), se conoce solamente de la sierra de Coneto, b) *Mammillaria saboae* subsp. *roczekii*, se conoce solamente de su localidad tipo en la sierra El Epazote.
Fotos: *Flor Isela Retana Rentería (a), Lizeth Ruacho González (b).*

Figura 12. *Echinocereus adustus* subsp. *schwarzii* en floración en la sierra El Epazote.
Foto: *Lizeth Ruacho González.*

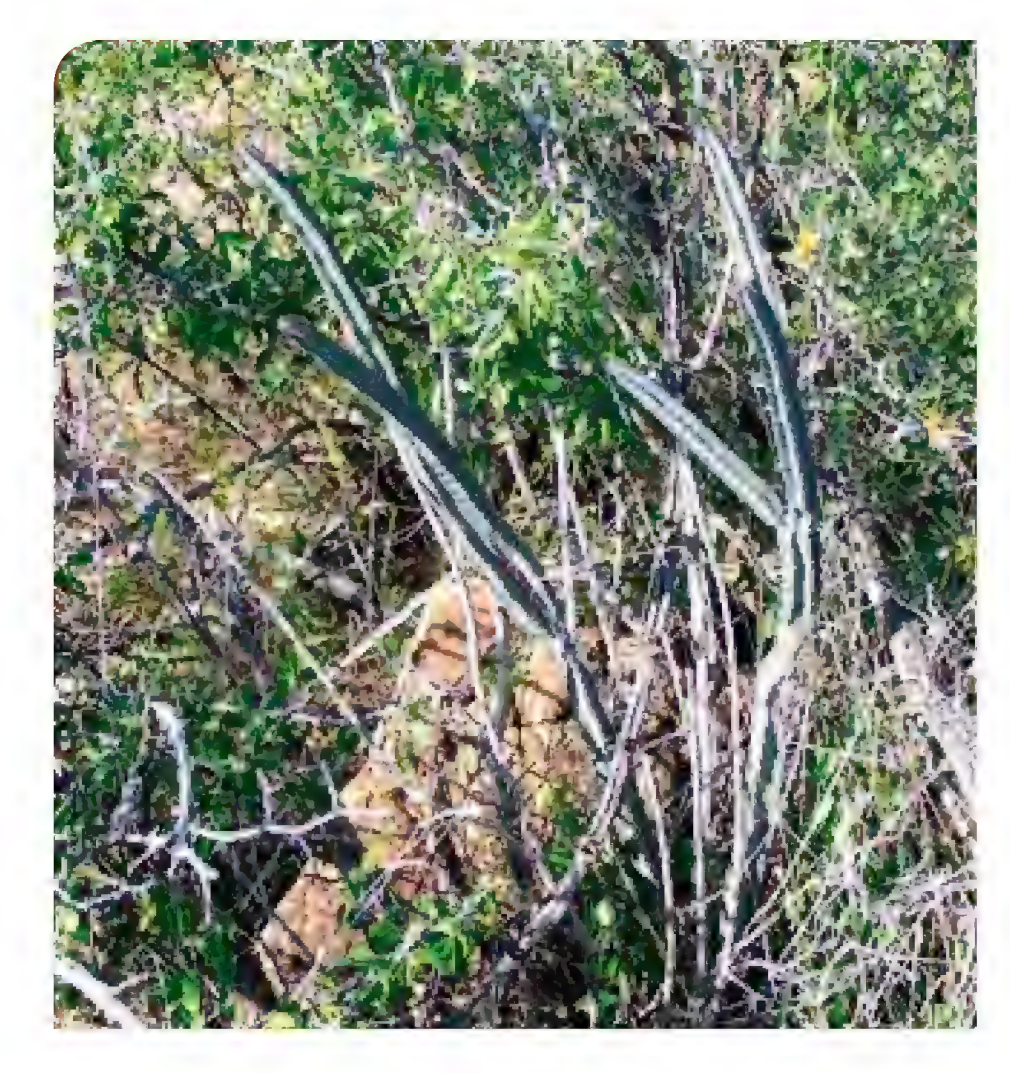


Figura 13. Reina de la noche, huevo de venado (*Peniocereus greggii*) creciendo entre las ramas de granjeno (*Celtis pallida*). **Foto:** *Martha González Elizondo.*

Por sus formas peculiares y la belleza de sus flores, las cactáceas tienen un valor ornamental y son muy apreciadas por coleccionistas nacionales y extranjeros. En Durango se ha observado el uso de *Mammillaria lasiacantha, M. senilis, Coryphantha durangensis* (figura 15), *Echinocereus pectinatus* (figura 16), para adornar los "nacimientos" durante los festejos navideños (García Galarza 2014).

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

Una alta proporción de especies de cactáceas están incluidas en las listas nacionales e internacionales relacionadas con la protección de la biodiversidad (Álvarez *et al.* 2004) como la NOM-059-SEMARNAT-2010, Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES), y la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Su vulnerabilidad obedece a sus características biológicas y ecológicas: muchas son plantas de lento crecimiento, con largos ciclos de vida, escaso reclutamiento de nuevos individuos y patrones de distribución restringida, ya que habitan sitios con condiciones ambientales muy particulares (Hernández y Godínez 1994). En contraste, algunas especies (particularmente de *Opuntia* y *Cylindropuntia*) invaden áreas degradadas por sobrepastoreo, llegando a formar matorrales muy densos debido a su capacidad para propagarse vegetativamente.

De las 139 especies registradas hasta la fecha para Durango, 24% (34 especies, una con dos subespecies) se incluyen en la NOM-059-SEMARNAT-2010; 83% (115 especies) están registradas en la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN (2014); sin embargo, solamente 15% (21 especies) se consideran con algún grado de riesgo, el resto se enlistan bajo la categoría de preocupación menor (apéndices 6 y 7). Algunas de las especies mencionadas en estas listas (*Echinocereus chisosensis, E. poselgeri, Mammillaria lindsayi, M. moelleriana, M. sinistrohamata* y *M. uncinata*) se incluyen en la flora regional con base en referencias bibliográficas (Guzmán 2003), aunque hasta la fecha no se ha logrado verificar la presencia de poblaciones silvestres en la entidad; *Mammillaria theresae, M. guelzowiana, M. pennispinnosa* subsp. *nazasensis* y subsp. *brachytrichion* constituyen microendemismos ya que se conocen de áreas muy localizadas; otras, en contraste, tienen distribución geográfica más amplia pero se conocen de muy pocos sitios en donde suelen ser muy escasas, como *Echinocereus palmeri*, distribuida en unos cuantos sitios en Chihuahua, Durango y Zacatecas, y *M. guillauminiana*, que se ha considerado extinta en estado silvestre (Arias *et al.* 2005) por su extremada rareza.

Por otra parte, algunas especies no están incluidas en la NOM-059 no obstante sus bajas densidades y distribución restringida, tales como *Echinocereus schereri* y *M. saboae* subsp. *roczekii*, que se conocen solamente de la localidad en donde se descubrieron (localidad tipo). De las 34 especies de cactáceas incluidas en la NOM-059 (SEMARNAT 2010), la mayor parte (26) se distribuyen en matorrales xerófilos de la región árida y semiárida, seis en bosques templados en la Sierra Madre Occidental y sierras al oriente (*Echinocereus adustus, Mammillaria senilis, M. lindsayi, M. saboae, M. theresae* y *M. longiflora*) y dos en la región de las Quebradas (*M. marksiana* y *Echinocereus subinermis*).

PRINCIPALES AMENAZAS

Las cactáceas son sujetas a extracción de su hábitat por parte de paseantes y coleccionistas; sin embargo, no se cuenta con evidencias que indiquen que el saqueo siga siendo un factor importante que amenace el estado de conservación de las cactáceas en Durango, con excep-

Figura 14. Cardenche (*Cylindropuntia imbricata*) en floración.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

ción quizás de las poblaciones de bonete de obispo (*Astrophytum coahuilense*) y reina de la noche (*Peniocereus greggii*), localizadas muy cerca del área urbana de la región de La Laguna.

La amenaza más seria para las especies de cactáceas en la entidad parece ser la destrucción o deterioro de sus hábitats naturales. Algunos de los mayores peligros para el mantenimiento de sus poblaciones son la apertura de vías de comunicación y líneas de conducción de energía eléctrica y el cambio de uso de suelo (para agricultura y diversas actividades relacionadas con la minería). Otro factor que parece estar afectando los hábitats de algunas especies es la construcción de presas. En el territorio que actualmente ocupa la presa Santiago Bayacora, al sur del estado, se reporta que existían poblaciones de blanco (*Opuntia ficus indica*) naturalizados, así como pachón (*O.* aff. *streptacantha*) y mantequillo (*Opuntia* sp.), tres tipos de nopales muy apreciados por los campesinos de la región (Ávalos-Huerta 2012). La construcción y funcionamiento de las presas Lázaro Cárdenas (El Palmito) y Francisco Zarco para almacenar el agua del río Nazas en el norte de la entidad ha afectado el ambiente de esa región rica en endemismos y microendemismos.

Posiblemente el disturbio más pernicioso que afecta a estas plantas en la entidad es la degradación del hábitat por sobrepastoreo, incluso el consumo directo de las plantas por el ganado y la consecuente extinción local de algunas especies inermes (sin espinas), como *Astrophytum*.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La flora cactológica de Durango es muy rica. Con 139 especies distribuidas en 32 géneros, se coloca entre los estados con mayor diversidad de cactáceas en el país. Tal diversidad está determinada por la confluencia en su territorio de dos ecosistemas en donde este grupo de plantas es importante: el Desierto Chihuahuense en el extremo nororiental y la región de las Quebradas con bosque tropical caducifolio en la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental. Aún existe incertidumbre acerca de la presencia (o la permanencia) en la entidad de algunas de las especies registradas, por lo que se requiere continuar las exploraciones botánicas. La información taxonómica y ecológica de las especies es la base para los planes de manejo y acciones de conservación y uso sustentable de las mismas, por lo que también se requieren estudios taxonómicos y ecológicos de géneros o complejos de especies, que permitan distinguir las diferentes entidades presentes y el tamaño y distribución geográfica y ecológica de sus poblaciones.

Figura 15. Borreguitos (*Coryphantha durangensis*) en floración, al pie de sangre de grado (*Jatropha dioica*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Los cactus son plantas carismáticas y muy apreciadas como ornamentales. Con el fin de aprovechar este potencial, sin detrimento de las poblaciones naturales, se recomienda la creación de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), en donde se haga aprovechamiento no extractivo (ecoturismo, fotografía y educación ambiental) y predios e instalaciones que manejan vida silvestre *ex situ* (PIMVS), en donde se establezcan viveros para propagar las especies nativas para la venta tanto a los visitantes como para su distribución nacional e internacional.

REFERENCIAS

Álvarez, R., H. Godínez-Álvarez, U. Guzmán y P. Dávila. 2004. Aspectos ecológicos de dos cactáceas mexicanas amenazadas: implicaciones para su conservación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 7-16.

Anderson, E.F. 2001. *The Cactus Family.* Timber Press, Portland, Oregon.

Anderson, E.F. 2005. Das grosse Kakteen-Lexikon. Stuttgart: Ulmer. [Corrected and supplemented German translation of Anderson, 2001.]

Arias, S., U. Guzmán, M.C. Mandujano *et al.* 2005. Las especies mexicanas de cactáceas en riesgo de extinción. I. Una comparación entre los listados NOM-059-ECOL-2001 (México), La Lista Roja (UICN) y CITES. *Cactáceas y suculentas mexicanas* 50(4): 100-125.

Ávalos-Huerta, I. 2012. *Contribución al conocimiento de Opuntia (Cactaceae) en Santiago Bayacora, Durango,* México. Tesis de maestría. IPN, Durango.

Bravo-Hollis, H. 1978. *Las cactáceas de México,* vol. I, 2a ed. UNAM, México.

Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991. *Las cactáceas de México,* vol. II, 2a ed. UNAM, México.

Cornet, A. 1985. *Las cactáceas de la Reserva de la Biosfera de Mapimí.* INECOL, A.C., México.

García-Galarza, L.G. 2014. *Listado florístico de la subfamilia Cactoideae (Cactaceae) en áreas aledañas al río Nazas, tramo Ánimas-Paso Nacional, municipio de Nazas, Durango.* Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales, UJED.

Godínez-Álvarez, H. y P. Ortega-Baes. 2007. Mexican cactus diversity: environmental correlates and conservation priorities. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 81: 81-87.

Gold, D.B. 1967. Las cactáceas del estado de Durango. *Cact. Suc. Mex.* 12(1): 17-24.

González-Elizondo, M., M.S. González-Elizondo e Y. Herrera-Arrieta. 1991. *Listados florísticos de México. IX. Flora de Durango.* Instituto de Biología, UNAM, Mexico.

González-Elizondo, M., I.L. López-Enríquez, M.S. González-Elizondo y J.A. Tena-Flores. 2004. *Plantas medicinales del estado de Durango y zonas aledañas.* IPN, México, D.F.

Figura 16. Huevo de toro (*Echinocereus pectinatus*) en floración en la cima de la sierra El Rosario.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo e I. López-Enríquez. 2012. Base de datos florísticos del estado de Durango. MS Access - Herbario CIIDIR IPN. Durango.

González-Elizondo, M., M.S. González-Elizondo, L. Ruacho-González *et al.* En preparación. La familia Cactaceae en el estado de Durango, diversidad y distribución.

González-Elizondo, M.S, M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdez, México.

Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2003. *Catálogo de cactáceas mexicanas.* UNAM/CONABIO, México.

Hernández, H.M. y H. Godínez. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Botánica Mexicana* 26:33-52.

Hunt, D., N. Taylor y G. Charles (eds.). 2006. *The New Cactus Lexicon.* Two volumes. DH Books, Milborne Port.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 10 de septiembre de 2014.

Nyffeler, R. y U. Eggli. 2010. A farewell to dated ideas and concepts: molecular phylogenetics and a revised suprageneric classification of the family Cactaceae. *Schumannia* 6: 109-149.

Sánchez-Salas, J., G. Muro-Pérez y U. Romero-Méndez. 2004. *Sierra El Sarnoso: Cactáceas.* Universidad Juárez del Estado de Durango, Escuela Superior de Biología, Centro de Estudios Ecológicos, Durango.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Terrazas, T., M. Cházaro, S. Arias y H. Arreola. 2013. *Selenicereus vagans.* The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. En: < *http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 10 de septiembre de 2014.

Villarreal-Quintanilla, J.A. 2001. *Listados Florísticos de México XXIII: Flora de Coahuila.* Instituto de Biología, UNAM, México.

Villaseñor, J.L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 105-135.

Wallace, R.S. 1995. Molecular systematic study of the Cactaceae: Using chloroplast DNA variation to elucidate cactus phylogeny. *Bradleya* 13: 1-12.

Las leguminosas (familia Fabaceae)

Lizeth Ruacho González • Irma Lorena López Enríquez • Andrea Cecilia Acosta Hernández • Flor Isela Retana Rentería

DESCRIPCIÓN

La familia Fabaceae también es conocida como Leguminosae y es una de las más grandes y diversificadas a nivel mundial. Incluye plantas de uso cotidiano como el chícharo y el frijol. Sus especies presentan una amplia variedad de formas de crecimiento, pueden ser árboles, arbustos o hierbas. Muchas tienen hojas compuestas, es decir, divididas en segmentos o pequeñas hojitas conocidas como folíolos, pero también existen especies con hojas simples (de un solo folíolo). Algunas, sobre todo las arbóreas y arbustivas, tienen espinas, pero la mayoría de las especies herbáceas no las presentan. Sus flores pueden ser grandes y vistosas como las del tabachín y las del colorín, o muy pequeñas como las de los huizaches y los mezquites. De acuerdo a su tipo de flor las leguminosas se clasifican en tres subfamilias: Caesalpinioideae, Mimosoideae y Papilionoideae (figura 1). La característica que distingue a las leguminosas de las especies de otras familias es su fruto en forma de vaina o legumbre (Polhill 1997).

DIVERSIDAD

Leguminosae se encuentra dentro de las tres familias de plantas vasculares con mayor número de especies a nivel mundial (Rzedowski y Calderón 1997, Polhill 1997, Lewis *et al.* 2005). En México es el segundo grupo de plantas más diverso, después de la familia de los girasoles, los gordolobos y las dalias (Asteraceae) (Sousa y Delgado 1993, Estrada y Martínez 2004).

Para la flora de Durango, al momento se registra una riqueza de 68 géneros y 404 especies identificadas (apéndice 13), de las cuales, alrededor de 50 incluyen subespecies o variedades. En la entidad, la familia Fabaceae ocupa el segundo lugar en diversidad de especies y el tercero por su riqueza de géneros, después de Asteraceae (Compositae) y Poaceae (Gramineae) (González-Elizondo *et al.* 2012).

La subfamilia Papilionoideae incluye 81.5% del total de las leguminosas de la entidad (279 especies) entre las que se cuentan diversas especies de frijoles y frijolillos (*Phaseolus* spp., *Canavalia villosa*, *Galactia* spp., *Rhynchosia* spp.) así como las conocidas como tronadoras (*Crotalaria* spp.) y las hierbas locas (*Astragalus* spp.). La subfamilia Mimosoideae, a la que pertenecen los gatuños (*Mimosa* spp.), huizaches (*Acacia* spp.) y mezquites (*Prosopis* spp.), incluye 20% del total de especies (81); mientras que Caesalpinioideae, con 46 especies como el tabachín (*Caesalpinia* spp.) y los palos verdes (*Cercidium* spp.), representa 11% (cuadro 1).

Más de la mitad de los géneros (37) están representados por una a tres especies, mientras que solamente cuatro géneros —*Dalea*, *Desmodium*, *Phaseolus* y *Astragalus*, todos de la subfamilia Papilionoideae— representan casi la tercera parte de las leguminosas de la entidad (cuadro 1).

DISTRIBUCIÓN

La familia Fabaceae se encuentra en todos los tipos de vegetación de la entidad, sin embargo, son la Sierra y las Quebradas las ecorregiones donde se registra una mayor riqueza (cuadro 2). La región de las Quebradas y la Sierra en su parte occidental tienen mayor humedad y un gradiente de temperatura que favorece la diversidad de plantas.

La mayoría de las leguminosas que se distribuyen en el macizo de la Sierra Madre Occidental son herbáceas, anuales o perennes, carentes de espinas; por ejemplo, *Phaseolus* spp., *Lupinus* spp. y *Lotus* spp., que forman parte del estrato herbáceo de los bosques templados.

En contraste, en la región de las Quebradas es común encontrarlas en forma de arbustos o árboles, generalmente espinosos, y que se cuentan entre los elementos predominantes en bosques tropicales, como los mautos y tepehuajes (*Lysiloma* spp.), huizaches y vinolos (*Acacia* spp.), navío (*Conzattia sericea*), entre otros (González-Elizondo *et al.* 2007).

Ruacho-González, L., I.L. López-Enríquez, A.C. Acosta-Hernández y F.I. Retana-Rentería. 2017. Las leguminosas (familia Fabaceae). En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 357-364.

A

B

C

Figura 1. Flores de las distintas subfamilias de leguminosas: a) Caesalpiniodeae (*Caesalpinia pulcherrima*), b) Mimosoideae (*Acacia schaffneri*) y c) Papilionoideae (*Lupinus* sp.).
Fotos: *M. Socorro González (a, b), Lizeth Ruacho (c).*

Cuadro 1. Número de especies por género de leguminosas

Subfamilia	Géneros	No. de especies	% de cada género
Caesalpiniodeae	*Senna*	15	3.70
	Caesalpinia	8	2.00
	Chamaecrista	7	1.70
	Hoffmannseggia	5	1.20
	Pomaria	3	0.70
	Bauhinia	2	0.50
	Cercidium	2	0.50
	Cassia	1	0.20
	Conzattia	1	0.20
	Haematoxylum	1	0.20
	Parkinsonia	1	0.20
Subtotal	**11**	**46**	**11.30**
Mimosoideae	*Mimosa*	18	4.40
	Acacia	16	3.90
	Acaciella	7	1.70
	Calliandra	7	1.70
	Desmanthus	6	1.50
	Leucaena	4	1.00
	Lysiloma	4	1.00
	Havardia	3	0.70
	Inga	3	0.70
	Zapoteca	3	0.70
	Albizia	2	0.50
	Pithecellobium	2	0.50
	Prosopis	2	0.50
	Calliandropsis	1	0.20
	Chloroleucon	1	0.20
	Enterolobium	1	0.20
	Painteria	1	0.20
Subtotal	**17**	**81**	**20.00**
Papilionoideae	*Dalea*	59	14.50
	Desmodium	29	7.10
	Phaseolus	23	5.70
	Astragalus	20	4.90
	Lupinus	14	3.40
	Crotalaria	11	2.70
	Tephrosia	10	2.50
	Cologania	9	2.20
	Rhynchosia	9	2.20
	Aeschynomene	7	1.70
	Lotus	7	1.70
	Marina	7	1.70
	Nissolia	6	1.50
	Trifolium	6	1.50
	*Lonchocarpus**	5	1.20
	Coursetia	4	1.00
	Eriosema	4	1.00
	Eysenhardtia	4	1.00
	Indigofera	4	1.00
	Lathyrus	4	1.00
	Brongniartia	3	0.70
	Diphysa	3	0.70
	Erythrina	3	0.70
	Galactia	3	0.70
	Medicago	3	0.70
	Vicia	3	0.70
	Zornia	3	0.70
	Clitoria	2	0.50
	Macroptilium	2	0.50
	Melilotus	2	0.50
	Abrus	1	0.20
	Amicia	1	0.20
	Calopogonium	1	0.20
	Canavalia	1	0.20
	Pediomelum	1	0.20
	Platymiscium	1	0.20
	Psorothamnus	1	0.20
	Pterocarpus	1	0.20
	*Ramirezella**	1	0.20
	Robinia	1	0.20
Subtotal	**40**	**279**	**68.70**
Total	**68**	**406**	**100.00**

* Una especie dentro de este género sólo está identificada hasta el nivel taxonómico género.

Fuente: González-Elizondo *et al.* 2012.

Cuadro 2. Riqueza de leguminosas registradas en las ecorregiones del estado

Ecorregión	Número de especies	%
Las Quebradas	145	35.60
La Sierra		
Sierra Madre Occidental	162	39.80
Piedemonte y serranías orientales	102	25.10
Los Valles	127	31.20
Árida y Semárida	59	14.50

Fuente: González-Elizondo *et al.* 2012.

Aunque en la zona Árida es donde se encuentra la menor riqueza de especies de esta familia (14.5% del total), frecuentemente algunas de estas se comportan como dominantes en las asociaciones vegetales leñosas de la región; por ejemplo los gatuños (*Mimosa* spp.), huizaches o chaparros (*Acacia* spp.) y mezquites (*Prosopis odorata* y ocasionalmente *Prosopis laevigata*).

En la región de los Valles es común encontrar matorrales y bosques espinosos de talla baja en los que la especie más característica es *P. laevigata*, en ocasiones acompañado de huizache chino (*Acacia schaffneri*). Estos mezquitales son comunidades vegetales más o menos abiertas que se desarrollan sobre suelos profundos y se extienden hasta los límites del piedemonte y la zona árida (González-Elizondo *et al.* 2007; figura 2).

En cuanto a las leguminosas endémicas al territorio del estado, se reportan 11 especies, lo que representa 2.7% del total (cuadro 3). Entre estas destacan las especies de los géneros *Dalea* (6) y *Astragalus* (3); la mayoría se conocen de bosque templado, con excepción de *Brongniartia riesebergii*, que limita su distribución a la zona árida del estado; *Clitoria humilis*, que se ha registrado únicamente de las cercanías de Huazamota (municipio Mezquital) a 700 msnm; *Dalea urceolata* var. *lucida*, que se conoce solamente de los pastizales de la región de los Valles, y *Dalea pseudocorymbosa*, de bosque tropical caducifolio.

En contraste con las especies endémicas, cuya distribución se restringe a algunas áreas del estado, se registra la presencia en la flora estatal de 11 especies de leguminosas introducidas, la mayoría del Viejo Mundo (Villaseñor y Espinosa-García 2004, Sánchez-Blanco *et al.* 2012; cuadro 4); algunas, aunque tienen tendencia invasiva, han sido catalogadas como especies de atención no prioritaria para México, ya que en los últimos dos siglos no han representado un problema grave en las regiones donde se encuentran (Sánchez-Blanco *et al.* 2012).

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Las leguminosas cumplen una función importante en los ecosistemas, ya que fijan el nitrógeno de la atmósfera al suelo a través de las rizobacterias que forman nódulos en sus raíces, haciendo disponible este elemento para las plantas (Polhill 1997). Esta ventaja ecológica no solo favorece a la agricultura, sino al medio ambiente en general.

Algunas de las especies de esta familia son de gran importancia económica: las hay alimenticias, forrajeras, medicinales, ornamentales, maderables; otras, en cambio, son consideradas tóxicas o malezas invasoras (Rzedowski y Calderón 1997). Entre las pocas especies de leguminosas que pueden llegar a representar serios problemas, en la flora del estado se registran: hierbas locas (*Astragalus mollissimus* y otras especies del mismo género), que son tóxicas para el ganado; barbasco (*Tephrosia palmeri*) de los pastizales de la entidad, como otra posible planta tóxica al ganado (González-Elizondo *et al.* 2012); gatuño (*Mimosa biuncifera*), una planta muy espinosa que se considera indicadora de disturbio (González-Elizondo *et al.* 2007); y también están las que son invasoras y que tienen un impacto ecológico más severo, como *Medicago polymorpha* (Villaseñor y Espinoza-García 2004).

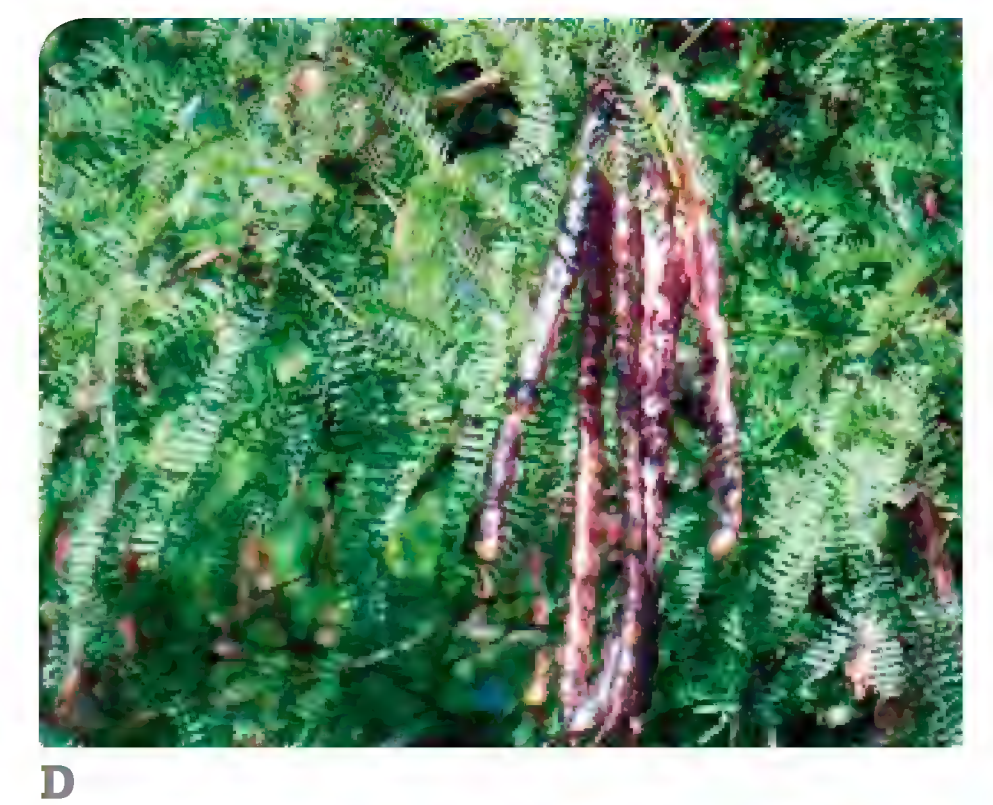


Figura 2. Algunas especies leñosas. Región de las Quebradas: a) *Acacia farnesiana*, b) *A. interior*; región de los Valles: c) *A. shaffneri*, d) *Prosopis laevigata*; región de zona Árida: e) *A. constricta*, f) *A. berlandieri*.
Fotos: *M. Socorro González Elizondo (a, e, f), Martha González Elizondo (b), Lizeth Ruacho González (c, d).*

Cuadro 3. Especies endémicas

Nombre científico	Nombre común	Municipios
Astragalus daleae		Canelas, Santiago Papasquiaro, Pueblo Nuevo
Astragalus ervoides var. *maysillesi*	*Vakpanik yooxi'* (tepehuano)	Durango, El Mezquital, Pueblo Nuevo, San Dimas
Astragalus pennellianus		El Mezquital, Pueblo Nuevo, San Dimas
Brongniartia riesebergii	Vaina tamarindo, huizachillo, engordacabras	Indé, Rodeo, San Pedro del Gallo
Clitoria humilis		El Mezquital
Dalea conetensis		Nuevo Ideal
Dalea pseudocorymbosa		San Dimas
Dalea rupertii		El Mezquital
Dalea transiens		Durango, Canatlán, Nuevo Ideal
Dalea urceolata var. *lucida*		Durango, Guadalupe Victoria
Dalea wigginsii		Durango, El Mezquital, Súchil

Fuente: González-Elizondo *et al.* 2012.

En contraste, son muchas más las especies de leguminosas silvestres en Durango que se aprovechan con diversos fines. Entre las comestibles se cuentan varias especies de frijolillos (*Phaseolus*), de las que se consumen tanto las semillas como las flores; algunas especies de *mo'ta'cch* (*Eriosema*), guais, tepeguaje (*Leucaena*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*), mezquites (*Prosopis* spp.) y cuarquina (*Macroptilium gibbosifolium*), de la cual se consume la raíz. Algunas especies arbóreas son apreciadas por su madera, la cual se usa en construcción en el área rural del estado, como mezquites (*Prosopis* spp.), huizaches y vinolos (*Acacia* spp.) y tepeguajes (*Lysiloma* spp.). El colorín (*Erythrina* spp.) se utiliza como cerco vivo, además de su potencial como ornamental. Varias especies silvestres se encuentran en las áreas verdes urbanas como ornamentales, algunas fueron plantadas mientras que otras se establecieron de manera natural y se les da mantenimiento como a las cultivadas: el tabachín (*Caesalpinia pulcherrima*), el tepeguaje (*Leucaena leucocephala*), la retama (*Parkinsonia aculeata*), los mezquites (*Prosopis* spp.), los huizaches (*Acacia farnesiana* y *A. schaffneri*), el guamúchil (*Pithecellobium dulce*) y duerme de noche (*Senna septemtrionalis*) (González-Elizondo *et al.* 2008).

Las leguminosas forman parte de la importante riqueza cultural de nuestro país, pues existen reportes históricos del siglo XVI donde se menciona que algunas de estas plantas eran utilizadas con fines medicinales y ceremoniales (Rudd 1968). En la herbolaria tradicional de Durango, utilizada principalmente por la población rural e indígena, se incluyen una gran cantidad de leguminosas silvestres, entre otras: el huizache (*Acacia farnesiana*), huizache chino (*A. schaffneri*), huizache tepame (*A. pennatula*), vinolo (*A. cochliacantha*), chaparro prieto (*A. constricta*), tepehuaje (*A. coulteri*), *tumiñ jagam* (*Aeschynomene petraea*), *tabachín o uaak'up* (*Caesalpinia pulcherrima*), *mo'takch* (*Cologania obovata*), tronadoras o *xixkilh yooxi* (*Crotalaria* spp.), engordacabra (*Dalea bicolor*), colorín o *bhabui yooxi´* (*Erythrina montana*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), varadulce (*Eysenhardtia polystachya*), brasil, *hu'pas* (*Haematoxylum brasiletto*), calcomeca (*Phaseolus maculatus*), hierba del indio (*P. pedicellatus*), y hierba de la víbora o *kau* (*Zornia thymifolia*) (González-Elizondo y González-Elizondo 1994, González-Elizondo *et al.* 2004).

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

Aunque esta familia está representada en la flora estatal por un alto número de especies, solo *Trifolium wormskioldii* se encuentra en la categoría de "amenazada" según la NOM-059 (SEMARNAT 2010). No obstante,

Cuadro 4. Especies introducidas

Origen	Nombre científico	Nombre común
África, Asia, Europa	*Abrus precatorius*	
América del Sur	*Caesalpinia gilliesii*	
Islas del Caribe	*Caesalpinia pulcherrima*	Tabachín
África, Asia, Europa	*Medicago lopulina*	
África, Asia, Europa	*Medicago polymorpha*	
África, Asia, Europa	*Medicago polymorpha* var. *vulgaris*	
África, Asia, Europa	*Medicago sativa*	
África, Asia, Europa	*Melilotus albus*	
África, Asia, Europa	*Melilotus indicus*	Trébol
América del Norte	*Robinia pseudoacacia*	Acacia
África, Asia, Europa	*Trifolium repens*	

Fuente: Villaseñor y Espinosa-García 2004, Sánchez-Blanco *et al.* 2012.

existen varias especies que se conocen de áreas muy restringidas, lo que podría indicar que tienen requerimientos ecológicos muy particulares; en este caso se encuentran por lo menos las microendémicas *Clitoria humilis*, *Dalea conetensis* y *D. pseudocorymbosa*, cuyos hábitats actualmente están expuestos a perturbaciones causadas por el cambio de uso del suelo (González-Elizondo *et al.* 2012).

PRINCIPALES AMENAZAS

En Durango, las principales causas del deterioro de los ecosistemas son la conversión de suelos con vegetación natural a áreas destinadas a la agricultura, y la ganadería y el pastoreo extensivo sin control. Debido a que una gran parte de las leguminosas que componen la flora de la entidad son plantas herbáceas que habitan en los bosques templados, los disturbios (extracción forestal, incendios, sobrepastoreo) en los mismos podrían provocar su extinción aun antes de que se logre registrar su presencia. Gran parte de la superficie ocupada originalmente por bosques espinosos en las partes más bajas de Durango, sobre la planicie costera del Pacífico, en donde muchas de las especies dominantes eran leguminosas, actualmente está ocupada por agricultura. No obstante, estos patrones de deterioro afectan de diferente manera a las distintas especies, pues mientras que para aquellas de distribución muy puntual, como las mencionadas en el apartado anterior, una alteración en el medio natural podría causar su extinción; existen otros casos donde la deforestación, el pastoreo y el abandono de las tierras favorece la aparición de plantas como los huizaches y los gatuños (González-Elizondo *et al.* 2007).

OPORTUNIDADES Y ACCIONES DE CONSERVACIÓN

Aún faltan muchas áreas del territorio estatal por explorar, particularmente en la región de la Sierra, en donde se presenta la mayor riqueza de esta familia, y en las Quebradas, donde se dificulta el acceso y son pocos los colectores que se adentran en su vegetación. Entre las especies de leguminosas cuyas colectas son escasas para estas áreas están: *Acacia russelliana*, *Acaciella barrancana*, *A. painteri*, *A. rosei*, *A. villosa*, *Aeschynomene americana*, *A. hispida*, *Albizia occidentalis*, *Caesalpinia cacalaco* y *C. eriostachys*, entre otras.

Además de realizar exploraciones botánicas en campo para registrar especies adicionales para la flora del estado y para conocer mejor su distribución, fenología[1] y

1 Fenología: Los fenómenos estacionales de las plantas, como por ejemplo el periodo de floración, de fructificación, de pérdida del follaje, etcétera.

otros aspectos sobre su biología y ecología, se requieren estudios taxonómicos de grupos particulares como el género *Dalea*, del cual, tan solo en los últimos 10 años se han descrito tres especies de Durango. Asimismo, se requiere dirigir estudios para monitorear y evaluar las poblaciones de las distintas especies.

Entre las acciones de conservación de algunas especies de leguminosas, se encuentra el caso del uso de mezquite (*Prosopis laevigata*) en viveros comunitarios y plantaciones forestales en algunas localidades de la entidad (Ríos-Saucedo *et al.* 2012, Pronatura 2013); el uso de este tipo de especies, que son nativas, contribuye a la estabilidad ecológica de los ecosistemas además de restaurar el paisaje y la dinámica de los servicios ambientales que la cubierta vegetal otorga.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durango es un estado con gran diversidad de leguminosas. Aunque se ha trabajado mucho en realizar un inventario sobre la diversidad de la familia Fabaceae, es necesario que se lleven a cabo más exploraciones y colectas en algunas zonas del estado; tomar nota de los factores físicos y ambientales de los sitios en los que se desarrollan las especies es de gran ayuda a la hora de tomar decisiones e implementar acciones de manejo.

Para mantener el buen estado de los ecosistemas o evitar que se deterioren aún más es necesario, en primer lugar, regular el pastoreo y otras actividades agrícolas y forestales. Para restaurar áreas y proteger el suelo mediante reforestación, las leguminosas representan una alternativa con futuro prometedor.

El propagar especies nativas ayuda a mantener el germoplasma de esta familia botánica tan diversa. Utilizar especies de leguminosas en parques y jardines como árboles de sombra, además de regular la temperatura, contribuye a la belleza del paisaje. Aunque las especies de leguminosas introducidas en Durango actualmente no parecen representar un problema, es necesario aumentar los esfuerzos por conocer la flora de nuestro entorno y de este modo identificar a tiempo posibles amenazas a las plantas nativas y a sus ecosistemas.

REFERENCIAS

Estrada, A.E. y A. Martínez. 2004. *Los géneros de leguminosas del norte de México*. Sida, Botanical Miscellany, No. 25. CONABIO/Universidad Autónoma de Nuevo León/Botanical Research Institute of Texas. Fort Worth, Texas.

González-Elizondo, M. y S. González-Elizondo. 1994. Flórula medicinal tepehuana del sur de Durango. ("*Na tu'jix dhuadhi'gu gampix o'dam tir kam Koriankam*"). En: *Flora Medicinal Indígena de México* Vol. I. Instituto Nacional Indigenista, México, pp. 453-530.

González-Elizondo, M., I.L. López-Enríquez, M.S. González-Elizondo y J.A. Tena-Flores. 2004. *Plantas medicinales del estado de Durango y zonas aledañas*. IPN, México.

González-Elizondo, M.,S. González-Elizondo, R. Álvarez Zagoya e I.L. López-Enríquez. 2008. *Árboles y arbustos de los parques y jardines del norte-centro de México. Guía de identificación*. IPN, México.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango*. Plaza y Valdés Editores/IPN, México.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo e I.L López-Enríquez. 2012. Base de datos florísticos del estado de Durango. MS Access - Herbario CIIDIR-IPN, Durango.

Lewis, G., B. Schrire, B. Mackinder y M. Lock. 2005. *Legumes of the world*. The Royal Botanic Gardens, Kew, Londres.

Polhill, R. 1997. Introduction to the Leguminosae: Legumes in streets and gardens. *Curtis's Botanical Magazine* 14: 176-183.

Pronatura. Red de viveros comunitarios. En: <*http://www.pronatura.org.mx/actividades/programas/viveros_comunitarios.php*>, última consulta: 14 de octubre de 2013.

Ríos-Saucedo, J.C., M. Rivera-González, L.M. Valenzuela Núñez *et al.* 2012. Diagnóstico de las reforestaciones de mezquite y métodos para incrementar su sobrevivencia en Durango, México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 11(2): 63-67.

Rudd, V.E. 1968. Leguminosae of Mexico-Faboideae I. Sophoreae and Podalyrieae. *Rhodora* 70(784): 492-532.

Rzedowski, J. y G. Calderón 1997. *Familia Leguminosae, Subfamilia Caesalpinioideae*. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo 51. Instituto de Ecología-Centro Regional del Bajío/CONACYT/CONABIO, Pátzcuaro.

Sánchez-Blanco, J., C. Sánchez-Blanco, M. Sousa y F.J. Espinosa-García. 2012. Assessing introduced Leguminosae in Mexico to identify potentially high-impact invasive species. *Acta Botanica Mexicana* 100: 41-78.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Sousa, M. y A. Delgado. 1993. Mexican Leguminosae: phytogeography, endemism, and origins. En: *Biological Diversity of Mexico: origins and distribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Oxford University Press, Nueva York, pp. 459-511.

Villaseñor, J.L. y F.J. Espinoza-García. 2004. The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distributions* 10: 113-123.

Ahuehuete, viejo del agua o sabino (*Taxodium distichum* var. *mexicanum*)

José Villanueva Díaz • Hilda Esther Escobedo Quiñones

DESCRIPCIÓN

El sabino es un árbol de apariencia majestuosa que alcanza hasta 40 m de altura; de tallo grueso y diámetros que en muchos ejemplares sobrepasan los 200 cm (figura 1), corteza de color café claro, ramillas colgantes; hojas dísticas, sésiles, lineares, casi rectas de 8 a 20 mm de largo por 1 mm o menos de ancho; ápice agudo, cristalino, base abrazando la ramilla, la vena central sobresaliente en el envés y grabada en forma de surco en el haz; inflorescencia masculina de 15 a 30 cm de largo; conos globosos a ovales subsésiles, de 1.3 a 2.5 cm de largo por 1 a 2 cm de ancho, de color verde, con escamas arrugadas y dotadas de bolsas resiníferas (Martínez 1963; figura 2).

Se le conoce con diferentes nombres vernáculos, siendo el más común el de ahuehuete, que procede del náhuatl y que alude a su gusto por el agua (*atl*) y a su longevidad (*huehuetl*); es decir, "el viejo del agua".

El sabino se adapta a diversas condiciones ambientales y tipos de suelo, pero su principal limitante es la disponibilidad de agua superficial o la presencia de un manto freático muy somero (Carranza 1992, Villanueva-Díaz *et al.* 2003).

DIVERSIDAD

El sabino pertenece a la familia *Taxodiaceae*, la cual incluye un total de 15 especies y nueve géneros: *Anthrotaxis, Cryptomeria, Cumminghamia, Glyptostrobus, Metasequoia, Sequoia, Sequoiadendron, Taiwanül*, y *Taxodium*. La especie que se reconoce en Durango es la única presente en México: *Taxodium distichum* var. *mexicanum* (Carr) Gordon (González-Elizondo *et al.* 2014).

DISTRIBUCIÓN

En la república mexicana, *Taxodium distichum* var. *mexicanum* (sinonimia *Taxodium mucronatum*) se distribuye en gran parte del territorio, excepto en las penínsulas de Yucatán y de Baja California; su rango altitudinal fluctúa de 300 a 2 300 m, aunque algunos individuos prosperan en mayores elevaciones.

En Durango los bosques de galería en donde se presenta el sabino son los de la zona Árida y Semiárida y los de la región de los Valles (González-Elizondo *et al.* 2007); las mayores poblaciones de sabino se concentran particularmente en dos importantes sistemas hidrológicos conocidos como río Nazas y río San Pedro Mezquital, donde la especie está presente en gran parte del ecosistema ripario.

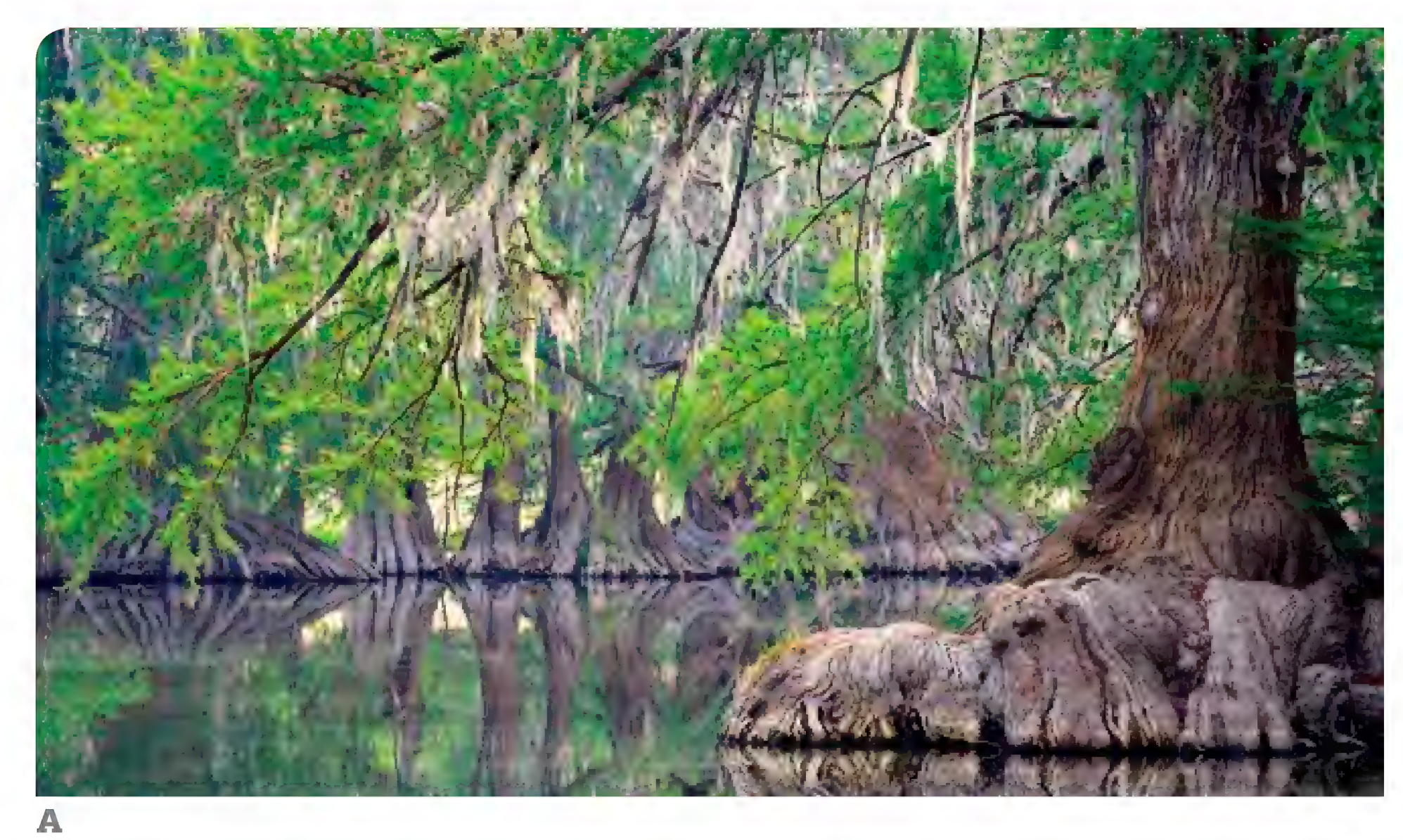
El sabino también es de gran importancia en parques y jardines urbanos en la ciudad de Durango y otras localidades, donde se encuentran pequeñas poblaciones de esta especie, o bien, se ubica aislado en sitios públicos o en pequeñas propiedades. Un ejemplo es el caso del Parque Guadiana en la ciudad de Durango, los sabinos existentes constituyen relictos de vegetación nativa establecida en un humedal, ya que al empantanarse el sitio y al existir un manantial (ojo de agua del Obispo), el arbolado dispone de agua durante varios meses.

Esta situación cambió drásticamente con el abatimiento de los mantos acuíferos y con ello la desaparición de gran parte del arbolado, como se constata con la edad de los sabinos existentes, que difícilmente sobrepasan los 280 años de edad, con dominancia de árboles con menos de 100 años (véase el estudio de caso: "Distribución y edades de los sabinos en las cuencas de los ríos Nazas y San Pedro Mezquital", publicado en esta obra).

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Los bosques de galería o vegetación riparia son masas arbóreas que se desarrollan a orillas de arroyos o ríos, ocupan franjas angostas a lo largo de corrientes fluviales. Son considerados como uno de los ecosistemas más diversos, dinámicos y complejos (Naiman *et al.* 1993).

Villanueva-Díaz, J. e H.E. Escobedo-Quiñones. 2017. Ahuehuete, viejo del agua o sabino (*Taxodium distichum* var. *mexicanum*). En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 365-369.



A

B

Figura 1. Ahuehuetes en a) El Saltito y b) Laguna Saltillos.
Fotos: *Alianza WWF-FGRA (a) e INIFAP CENID RASPA (b).*

En forma general, se podría decir que el porcentaje de ecosistemas riparios en México es mínimo, representa 1.31% con 2.58 millones de hectáreas, con relación a 196.4 millones de hectáreas del territorio nacional. Esta cifra puede resultar insignificante si se compara con la superficie ocupada por otros tipos de vegetación dominantes en México (Rzedowski 1986, Velázquez *et al.* 2002).

No obstante, su valor ecológico es alto si consideramos su función como corredores biológicos, los cuales constituyen ecosistemas de transición entre los sistemas acuáticos y los terrestres. Estos corredores a lo largo del río permiten restaurar la calidad del agua, a la vez que favorecen la formación de un mosaico de alta biodiversidad, que se ve reflejada en las diferentes comunidades de vegetación, las cuales albergan una gran cantidad de especie de fauna (Nilsson y Berggren 2000).

La vegetación riparia se distingue de aquella localizada en áreas aledañas por sus atributos, que son mayores en términos de biodiversidad, densidad, biomasa, complejidad ecológica, número de especies siempre verdes y un microclima más estable. Además, los ecosistemas riparios en ambientes áridos y semiáridos representan una fuente de acogimiento de una numerosa diversidad de plantas y animales, también proveen de hábitat a invertebrados que son fuente importante de alimento para la fauna acuática y terrestre, además de constituir la única fuente de agua para todos estos organismos, muchos de los cuales son migratorios, especialmente aves (Valencia Castro 2002, Treviño *et al.* 2001).

Este tipo de vegetación ofrece un hábitat permanente para especies residentes, y temporal para especies migratorias que año con año visitan el territorio nacional; además recargan el acuífero, función vital desde el punto de vista social y económico para la prosperidad de una región (Naiman *et al.* 1993). Los sabinos dan una estabilidad física a los taludes de los cauces donde se ubican; su remoción, por lo tanto, deja expuestos estos sitios a una acelerada degradación hídrica, situación que desafortunadamente ocurre en los ríos Nazas y San Pedro Mezquital.

Los bosques de galería constituyen una fuente incomparable de información paleoclimática (Villanueva-Díaz *et al.* 2007 y 2014, Stahle *et al.* 2011), ya que el sabino, por su longevidad, alcanza edades milenarias con las cuales es factible determinar las variaciones hidroclimáticas de alta (interanual) y baja (multianual) frecuencia registradas en sus anillos de crecimiento anual; información relevante en análisis históricos de frecuencias de sequías, calentamiento global y tendencias e impacto de fenómenos de circulación general (Stahle *et al.* 2011, Villanueva-Díaz *et al.* 2007 y 2014). En términos culturales, los ecosistemas riparios con sabino son de gran aprecio, ya que la especie se cataloga como el árbol nacional de México por estar íntimamente ligado a la historia y cultura mexicana (Luque 1921).

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

El sabino o ahuehuete es una especie con amplia distribución en el territorio mexicano y a pesar de que gran parte de su hábitat ha sufrido modificaciones significativas en términos de disponibilidad de agua, distribución y calidad, así como cambios en su estructura provocada por acciones antropogénicas, la NOM-059 (SEMARNAT-2010) no la considera una especie amenazada. Además en la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) sólo se clasifica como con "preocupación menor" (Farjon 2013). Esta situación, sin embargo, no limita los esfuerzos que se puedan desarrollar para restaurar su condición original y favorecer su dinámica poblacional.

PRINCIPALES AMENAZAS

Los factores que producen gran daño en el arbolado de sabino, al acelerar su pudrición, favorecer la entrada de patógeneos y producir su muerte prematura son: la construcción de presas con fines agrícolas, la desviación de agua directamente del río hacia parcelas agrícolas de riego, la descarga de aguas residuales sin tratamiento al lecho del río, así como el daño provocado al arbolado por vandalismo, incendios intencionales o por descuido, el corte de ramas para cercado de potreros y la creciente demanda de parcelas agrícolas anexas a los márgenes del río.

Además el uso indiscriminado de los recursos hídricos, desviación del flujo en corrientes perennes, abatimiento de mantos acuíferos y problemas de contaminación, han provocado la desaparición de diversas poblaciones de esta especie en diversos sitios del territorio nacional, por lo que resulta prioritario generar conocimiento que contribuya a establecer estrategias de manejo para su restauración.

Para el caso de Durango se ha detectado, en la cuenca del río San Pedro Mezquital, que cuando no se realiza reforestación con plantas cultivadas, algunas especies nativas con menores requerimientos hídricos como el sauz (*Salix* sp.), álamo (*Populus fremontii*), fresno (*Fraxinus*

A

B

Figura 2. Ahuehuetes a) hojas y b) conos globosos.
Fotos: *Jaime Rojo-Alianza WWF-FGRA (a) y José Villanueva-INIFAP CENID RASPA (b).*

sp.), mezquite (*Prosopis* sp.), huizache (*Acacia schafneri*) y otras leguminosas, e incluso nopales (*Opuntia* sp.), tienden a ocupar los espacios dejados por el sabino.

ACCIONES DE CONSERVACIÓN

En el Cañón de Fernández, sitio Ramsar de protección de flora y fauna, ubicado en la cuenca del río Nazas, se han emprendido acciones de protección y restauración mediante la reforestación con sabino. La longitud reforestada no es continua y solo llena tramos o espacios donde se perdió o removió la vegetación original; la especie se hizo evidente en el mes de agosto de 2014, con el establecimiento de más de 5 mil plántulas de sabino a lo largo del río.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el desarrollo de proyectos ecoturísticos, pero se deberá enmarcar en un ámbito donde se realcen los atributos visuales del entorno como belleza escénica del paisaje, la presencia de árboles longevos, la biodiversidad y la importancia ecológica del bosque de galería. La integración de estos elementos, aparejado a la participación decidida de los poseedores del recurso, podrá tener un impacto en la promoción de la especie como fuente sustentable de ingresos económicos, recursos que a la vez podrán invertirse en cierta proporción para fomentar su conservación.

REFERENCIAS

Carranza, E. 1992. Taxodiaceae. En: *Flora del Bajío y de regiones adyacentes.* J. Rezedowski, G. Calderón de Rezedowski (ed.). Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán. Fascículo 4: 1-7.

Farjon, A. 2013. *Taxodium mucronatum.* The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015-4. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 14 de marzo de 2016.

González-Elizondo, M.S., M. González Elizondo y M.A. Márquez. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. Durango.

González Elizondo, M., M.S. González Elizondo, I.L. López Enriquez *et al.* 2014. Base de datos florísticos del estado de Durango. MS Access-Herbario CIIDIR-IPN, Durango. Inédito.

Luque, E. 1921. Voto razonado para elegir árbol nacional. Sociedad Forestal Mexicana. *Revista México Forestal* 1(9-10): 3.

Martínez, M. 1963. *Las pinaceas mexicanas.* 3ª edición. Instituto de Biología, UNAM, México.

Naiman, R.J., H. Décamps y M. Pollock. 1993. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications* 3: 209-212.

Nilsson, C. y K. Berggren. 2000. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulations. *Bioscience* 50(9): 783-192.

Rzedowski, J. 1986. *Vegetación de México.* Limusa, México.

Stahle, D.W., J. Villanueva-Diaz, D.J. Burnette *et al.* 2011. Major Mesoamerican droughts of the past millennium. *Geophysical Research Letters* 38: L05703.

Treviño, G., E.J., C. Cavazos C. y O.A. Aguirre. 2001. Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro de Nuevo León. *Madera y Bosques* 7(1): 13-25.

Valencia-Castro, C.M. 2002. Factores que inciden en el deterioro ecológico y social de la parte baja del río Nazas: Uso de un sistema de información geográfica. Biodesert A.C. Informe técnico final.

Velázquez, A., J.F. Mas, J. R. Díaz *et al.* 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta ecológica* 62: 21-27.

Villanueva-Díaz, J., A. Hernández, R.F. García F. *et al.* 2003. Análisis estructural de un rodal de sabino (*Taxodium mucronatum* Ten.) y vegetación circunvecina en los Peroles, San Luis Potosí, México. *Ciencia Forestal* 28(94): 57-79.

Villanueva-Díaz, J, D.W. Stahle, B.H. Luckman *et al.* 2007. Potencial dendrocronológico de *Taxodium mucronatum* Ten. y acciones para su conservación en México. *Ciencia Forestal* 32(101): 9-37.

Villanueva-Díaz, J., J. Cerano-Paredes, A. Gómez-Guerrero *et al.* 2014. Cinco siglos de historia dendrocronológica de los ahuehuetes (*Taxodium mucronatum* Ten.) del parque El Contador, San Salvador Atenco, Estado de México. *Agrociencia* 48: 725-737.

Distribución y edades de los sabinos

en las cuencas de los ríos Nazas y San Pedro Mezquital

José Villanueva Díaz • Hilda Esther Escobedo Quiñones • Aldo Rafael Martínez Sifuentes

INTRODUCCIÓN

La edad que alcanza un sabino, también conocido como ahuehuete o viejo de agua, (*Taxodium distichum* var. *mexicanum)* puede fluctuar dependiendo de las condiciones ecológicas donde se encuentren sus poblaciones, con edades dominantes inferiores a 300 años, pero en algunos sitios se han detectado individuos milenarios (Villanueva-Díaz *et al.* 2007, Stahle *et al.* 2011).

Estos árboles, de gran importancia en el ecosistema, generalmente sufren de pudriciones en la parte central del tronco, debido a golpes de rocas durante las grandes avenidas, daños por incendios intencionales, corte de ramas y daños a las raíces por pisoteo de ganado, paseantes y problemas de oxigenación interna. Estos disturbios limitan la determinación con mayor precisión de la edad de estos organismos longevos, ya que difícilmente se puede obtener una muestra que contenga los anillos de crecimiento del centro del árbol (Villanueva-Díaz *et al.* 2010). A pesar de lo anterior, se han identificado ejemplares milenarios en parajes muy localizados de los ríos Nazas y San Pedro Mezquital.

METODOLOGÍA

Para el análisis de la distribución del sabino se recurrió al rodalizado de pixel. Por medio de imágenes obtenidas de Google Earth se identificaron imágenes fuente para diversos puntos de control a lo largo del río y la georreferenciación de las imágenes para digitalizar la distribución de la especie y estimar la superficie ocupada a lo largo del río.

Para el análisis sobre la composición estructural en términos de edad, se extrajo una muestra parcial para el conteo de anillos de crecimiento y se identificaron a los individuos de sabino longevos, por su característica apariencia física: fuste espiralado; ramas principales colgantes y en escaso número; copa aplanada y algunas veces con una corteza relativamente delgada y con desprendimiento.

En el río Nazas, se realizó un estudio intensivo del Cañón de Fernández. Además, se realizón un transecto corriente abajo de la Presa Lázaro Cárdenas y se establecieron 38 sitios de muestreo.

En el río San Pedro Mezquital (en adelante RSPM), se establecieron parcelas rectangulares de 10 x 20 m, distribuidas sistemáticamente cada 2 km en una longitud total de 260 km en ambos márgenes del río, así como en sitios emblemáticos de la ciudad de Durango.

La longitud del RSPM estudiada fue de 19 km para la "Barranca de San Quintín", 67 km para el sector de "El Saltito", 75 km para "El Mezquital" y al menos 10 km aguas abajo de las cortinas de cada una de las presas Guadalupe Victoria, Presa del Águila y Santiago Bayacora, lo que hace un total de 191 km. El número de sitios de muestreo en el área con sabino fue de 69, más 14 bajo las cortinas de las presas, lo que hace un total de 83 puntos de muestreo (figura 1).

CUENCA DEL RÍO NAZAS

La cuenca del río Nazas es el área de captación de agua que constituye la fuente principal de agua superficial para la Comarca Lagunera. El agua producida en la parte alta de la cuenca se concentra mediante sus tributarios en el río Nazas, que aguas abajo de la presa Lázaro Cárdenas o Palmito forma un bosque de galería casi continuo que termina en el poblado de Sapiorís, en la parte baja de esta cuenca.

Los resultados del análisis señalan que el sabino se distribuye en una longitud total de 281.4 km en ambos márgenes del cauce (figura 2). La mayor población de la especie se ubica entre las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, aunque antes de descargar en la presa Lázaro Cárdenas, diversos afluentes poseen pequeñas poblaciones de la especie. Aguas abajo de la presa Francisco Zarco se encuentra el Cañón de Fernández, un parque estatal y sitio Ramsar de protección de flora y fauna donde el sabino se distribuye en una longitud

Villanueva-Díaz, J., H.E. Escobedo-Quiñones y A.R. Martínez-Sifuentes. 2017. Distribución y edades de los sabinos en las cuencas de los ríos Nazas y San Pedro Mezquital. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 370-378.

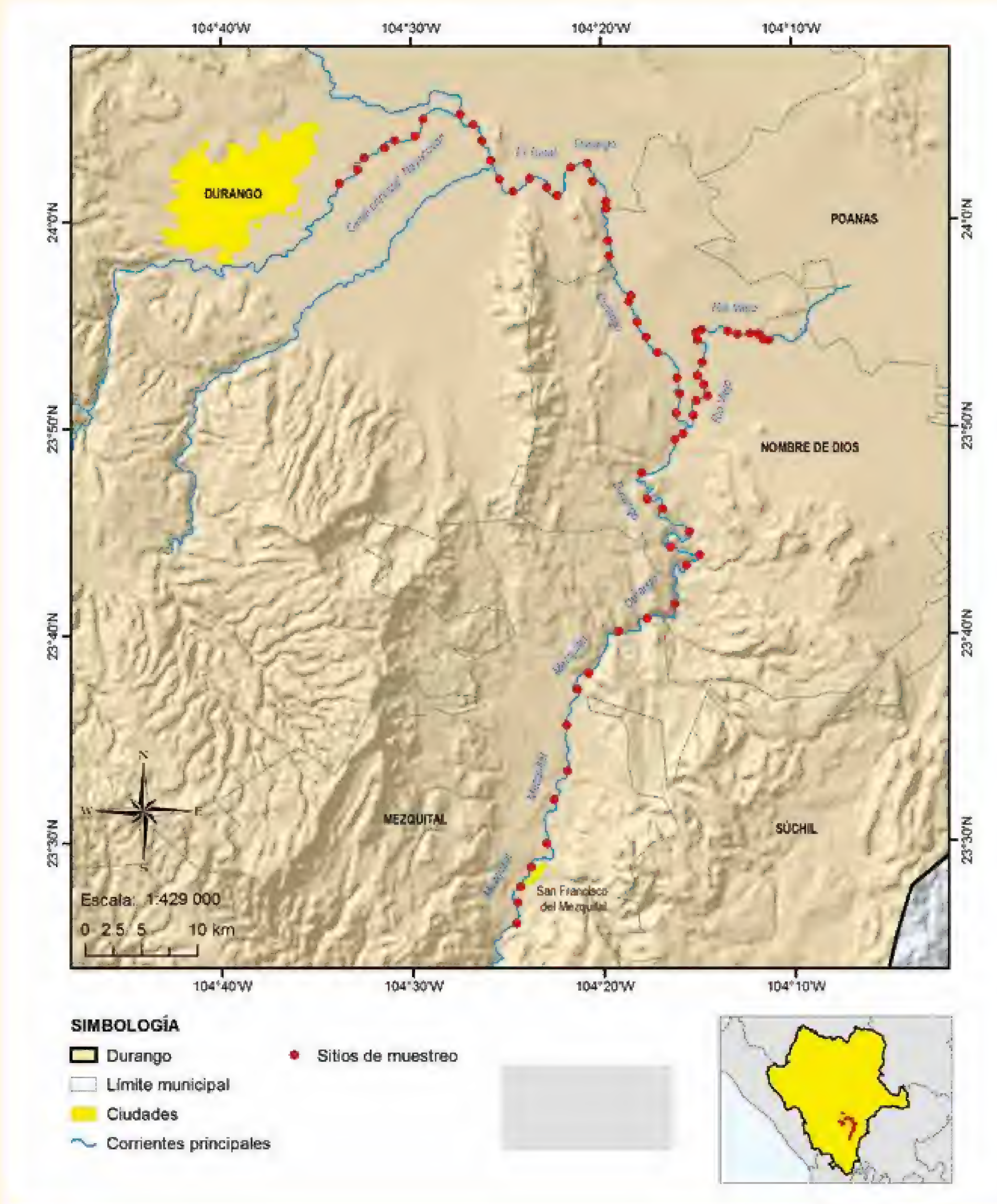


Figura 1. Sitios de muestreo cuenca del río San Pedro Mezquital.

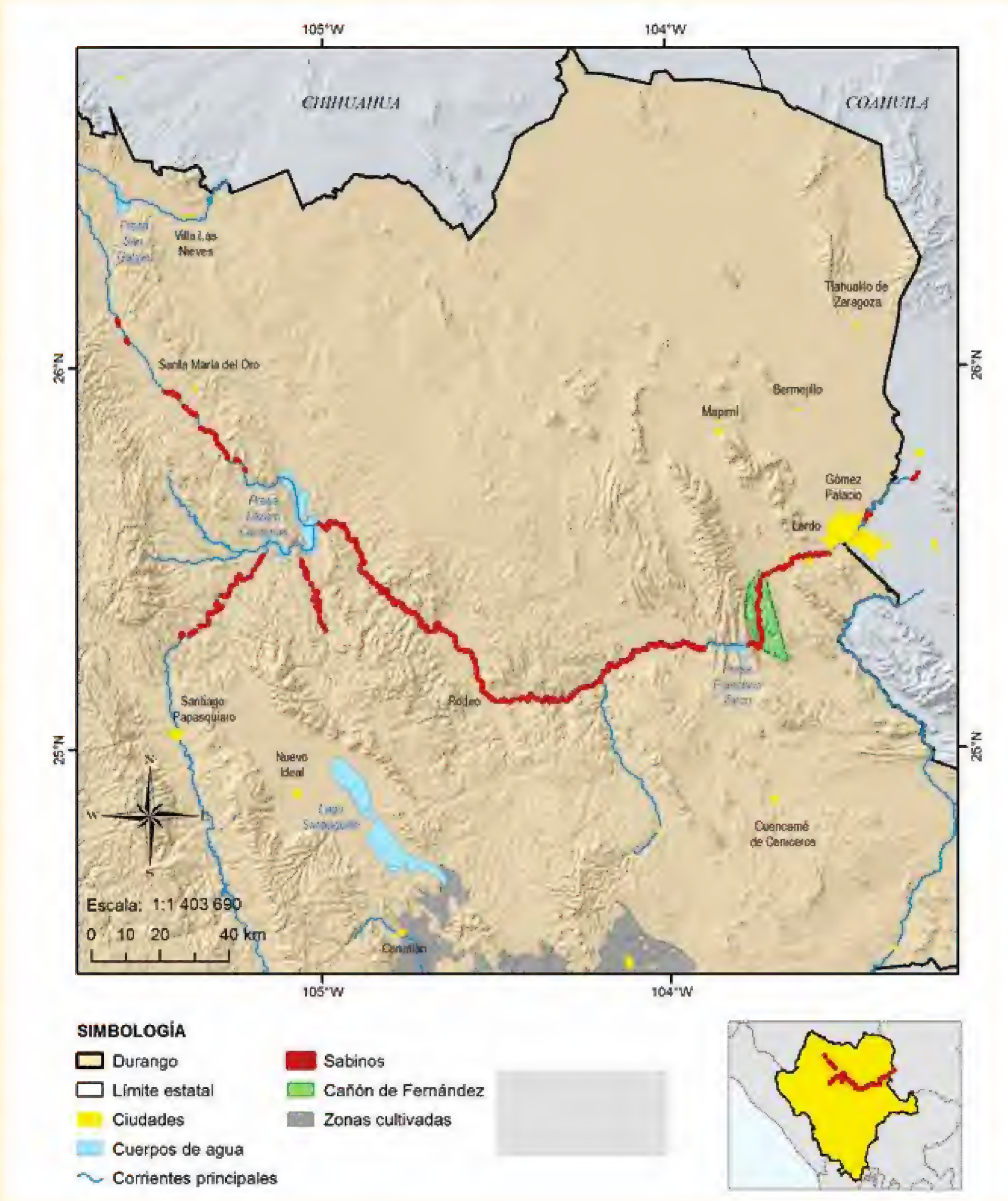


Figura 2. Distribución del sabino en la cuenca del río Nazas, Durango.

Cuadro 1. Frecuencia de edades de árboles de sabino muestreados en ambos márgenes del río Nazas

Margen izquierda			Margen derecha		
Clase (años)	Número de árboles	%	Clase (años)	Número de árboles	%
0-100	79	25.60	1-100	125	31.60
100-200	114	36.90	100-200	138	34.80
200-300	31	10.00	200-300	49	12.40
300-400	40	12.90	300-400	29	7.30
400-500	19	6.10	400-500	22	5.60
500-600	14	4.50	500-600	9	2.30
600-700	7	2.30	600-700	7	1.80
700-800	1	0.30	700-800	5	1.30
> 800	4	1.30	800-900	2	0.50
			900-1 000	5	1.30
			>1 000	5	1.30

Fuente: Alianza WWF-FGRA/INIFAP CENID RASPA 2011.

aproximada de 18 km y en el que se han emprendido acciones de protección y de restauración mediante la reforestación en transectos específicos.

La presencia de individuos menores a 300 años de edad constituye 78% de la población, y los árboles con más de 700 años representan menos de 5% de la población total (cuadro 1). Se ha detectado la presencia de individuos milenarios en parajes protegidos y dispersos a lo largo del río (figura 3), generalmente protegidos por un talud de rocas, con lento movimiento del agua y gran profundidad, situación que los protege de afectaciones en grandes avenidas. Para algunos sabinos del río Nazas se estimó una edad de 1200 años, pudiendo existir individuos en la región con una edad mayor.

CUENCA DEL RÍO SAN PEDRO MEZQUITAL

El estudio de la dinámica del bosque de galería en la cuenca del RSPM constituye una de las investigaciones realizadas con más detalle en un sistema ripario de México, ya que de 540 km de longitud aproximada del río, se estudió cerca de 200 km, es decir 37% de su longitud total (figura 4 y 5, Alianza WWF-FGRA/INIFAP CENID RASPA 2011). El bosque de galería con sabino en el RSPM, presenta una composición florística diversa y en ciertos sitios se encuentra disperso y mezclado con otras especies; en otros forma un continuo de vegetación con dominancia de un bosque casi puro de sabino. Uno de los tributarios del RSPM, denominado Barranca de San Quintín, por su aislamiento y poco disturbio humano, mostró una distribución en "J" invertida o coetánea de sus poblaciones en términos de clases diamétricas y edades; también mostró una adecuada regeneración y presencia de renuevo. Para el mismo afluente, esta condición fue diferente; sin embargo, para poblaciones cercanas a asentamientos humanos, el disturbio humano y la remoción de arbolado adulto originó que las poblaciones de sabino mostraran una distribución diferente; es decir, presencia de árboles en varias clases de edades y una mínima o nula regeneración.

Las edades encontradas en este estudio para los sabinos en el RSPM concuerdan en gran medida con las del río Nazas; no obstante ciertos sectores del río, particularmente el paraje El Saltito, mostró la presencia de individuos longevos, algunos de los cuales superan el milenio (figuras 6 y 7).

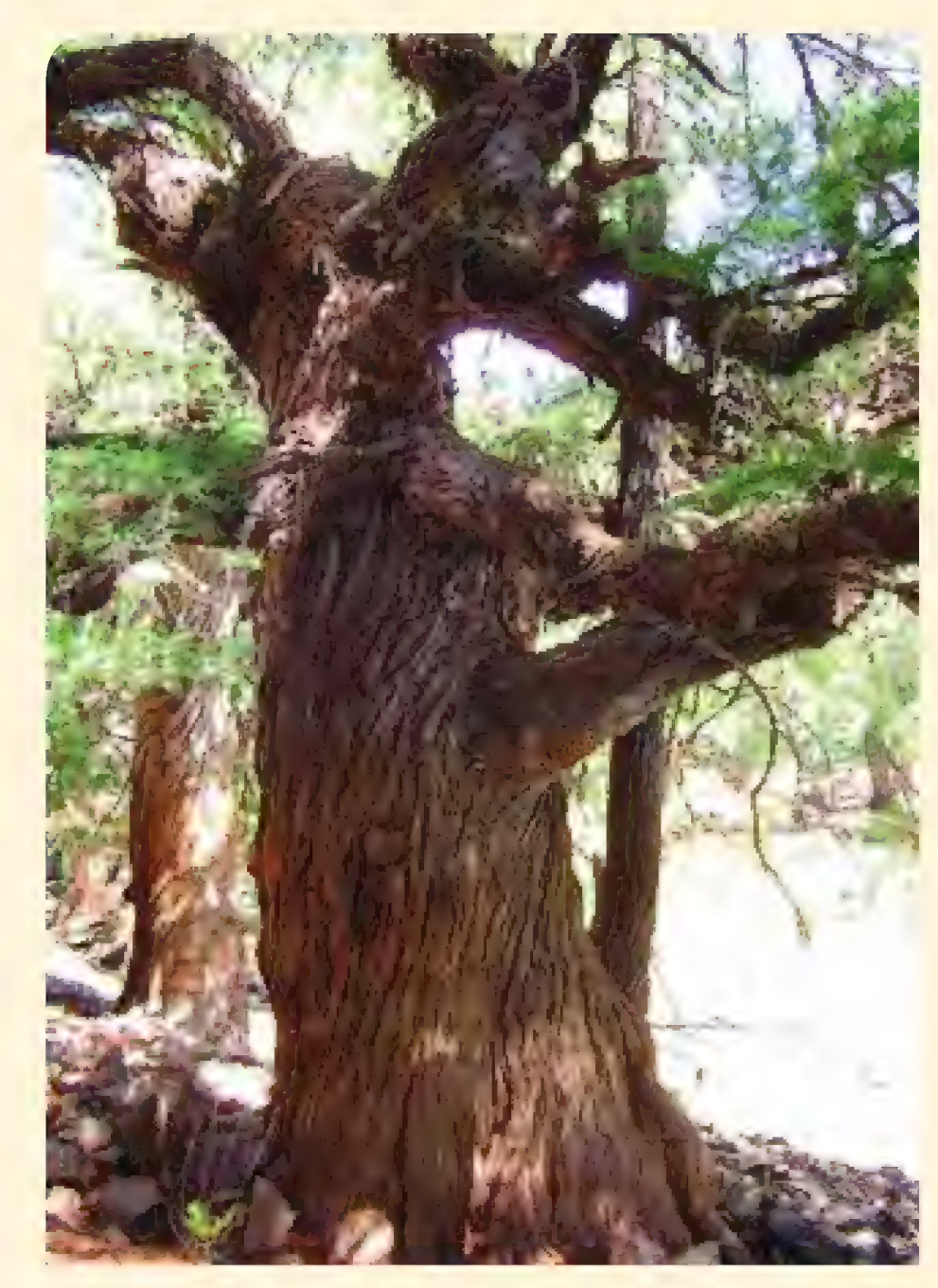


Figura 3. Especimen longevo de sabino a las orillas del río Nazas.
Foto: *Alianza WWF-FGRA/INIFAP CENID RASPA.*

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Las poblaciones del sabino tienen alta influencia antropogénica, particularmente en rodales cercanos a poblaciones rurales y urbanas, con efectos en el reclutamiento de nuevos individuos de la especie y en la dominancia de clases diamétricas (intervalo de diámetros que se tratan como una sola clase) y de edades.

La situación de la dinámica actual del bosque de galería afecta los procesos sucesionales del ecosistema e impacta el ciclo hidrológico, la calidad de agua, la biodiversidad y las condiciones microclimáticas dominantes.

La distribución de edades es muy heterogénea a lo largo de los tramos estudiados, presentándose sitios dominados por arbolado joven (menos de 100 años) o bien parajes con dominancia de árboles maduros (100 a 600 años), longevos (más de 800 años) y algunos otros con una combinación de ambos (figura 8).

La variación de la edad que caracteriza a los parajes estudiados, da pauta para sugerir acciones a implementar de manera específica para cada sitio. Se debe considerar la conservación de sitios con mínimo disturbio y la restauración de aquellos degradados o donde la vegetación fue eliminada en su totalidad, para favorecer el flujo del agua y evitar inundaciones en poblaciones rurales establecidas aledañas al cauce principal.

Los tramos abajo de las presas necesariamente requieren de acciones de restauración debido a la remoción del arbolado, modificación física del cauce por la extracción de material para construcción y dominancia de especies con menos requerimientos hídricos como es el caso de sauz, álamo, mezquite, huizache y pirul, entre otros.

Los parajes como El Saltito, Saltillos, Barranca de San Quintín y Cañón de Fernández, por su belleza escénica y la presencia de árboles longevos —algunos de los cuales sobrepasan el milenio de edad— requieren de labores urgentes de protección, situación que también pudiera dar la pauta para la implementación de proyectos ecoturísticos que contribuyan a su conservación.

En el Cañón de Fernández, ubicado en la cuenca del río Nazas, la conservación de especímenes longevos debe considerar de manera integral a todo el ecosistema; desde el manejo forestal sustentable de las partes altas de las cuencas donde se generan los recursos hídricos, que

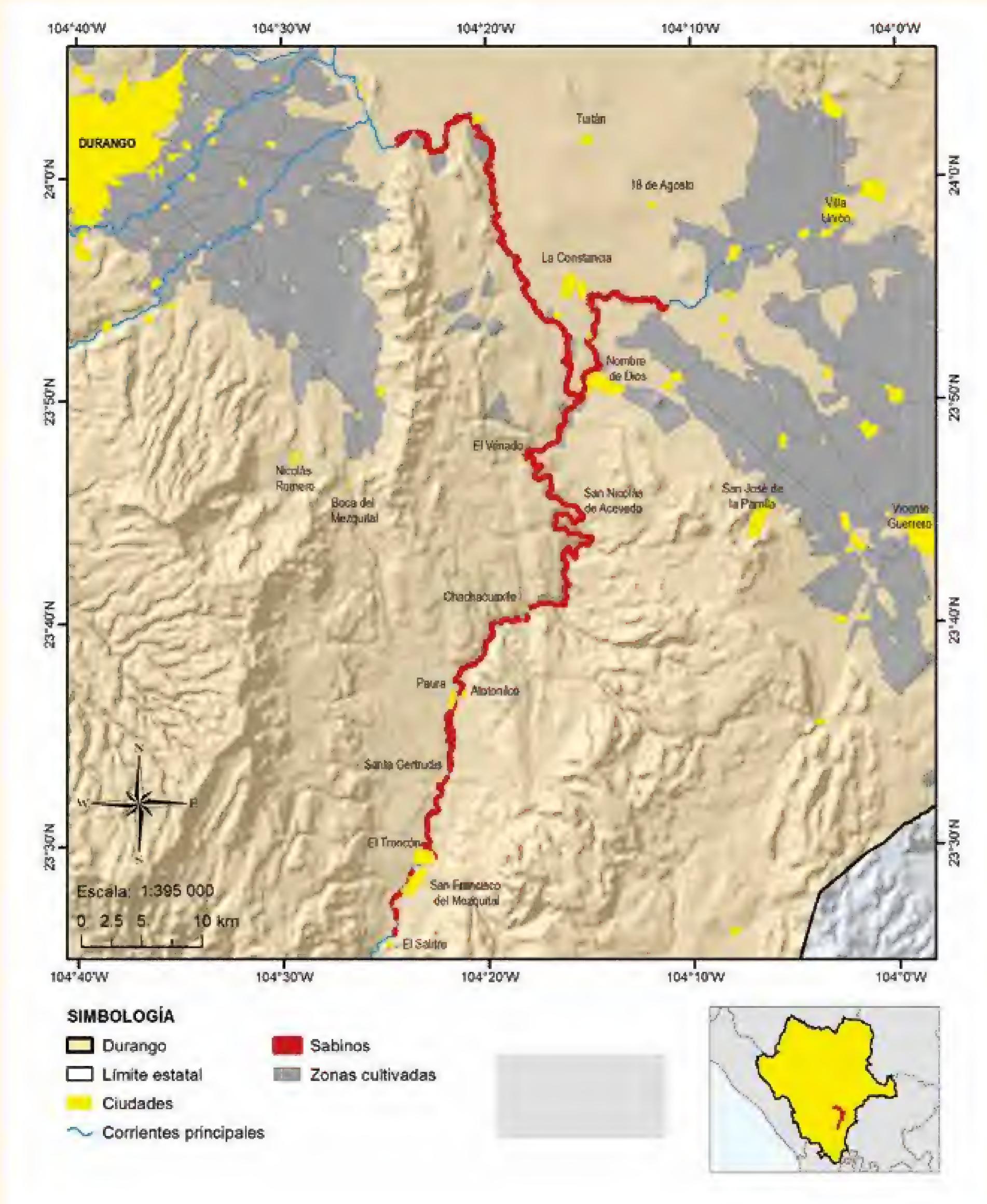


Figura 4. Distribución de sabino en el cauce del río San Pedro Mezquital.

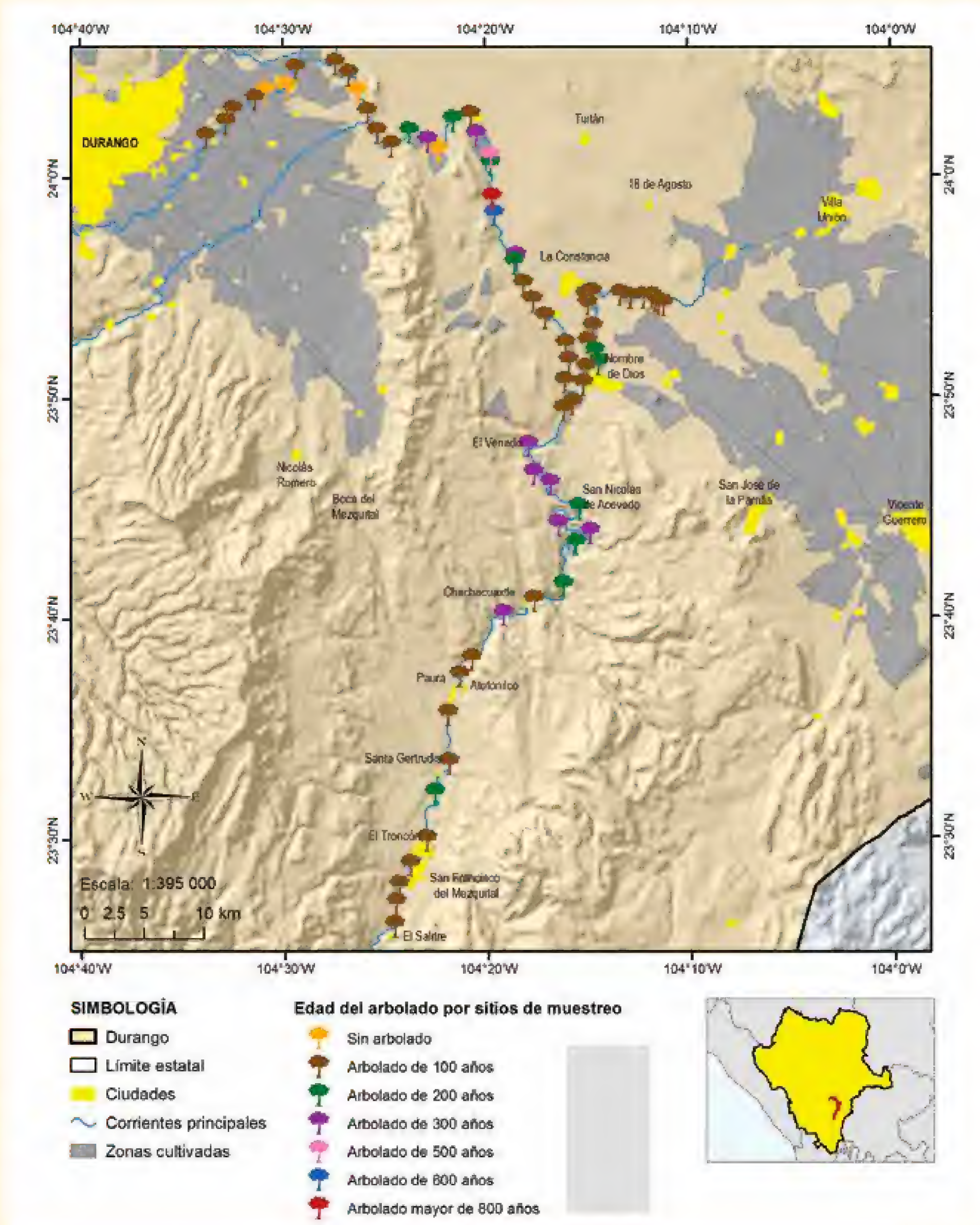


Figura 5. Edad del arbolado por sitios en la cuenca del río San Pedro Mezquital.

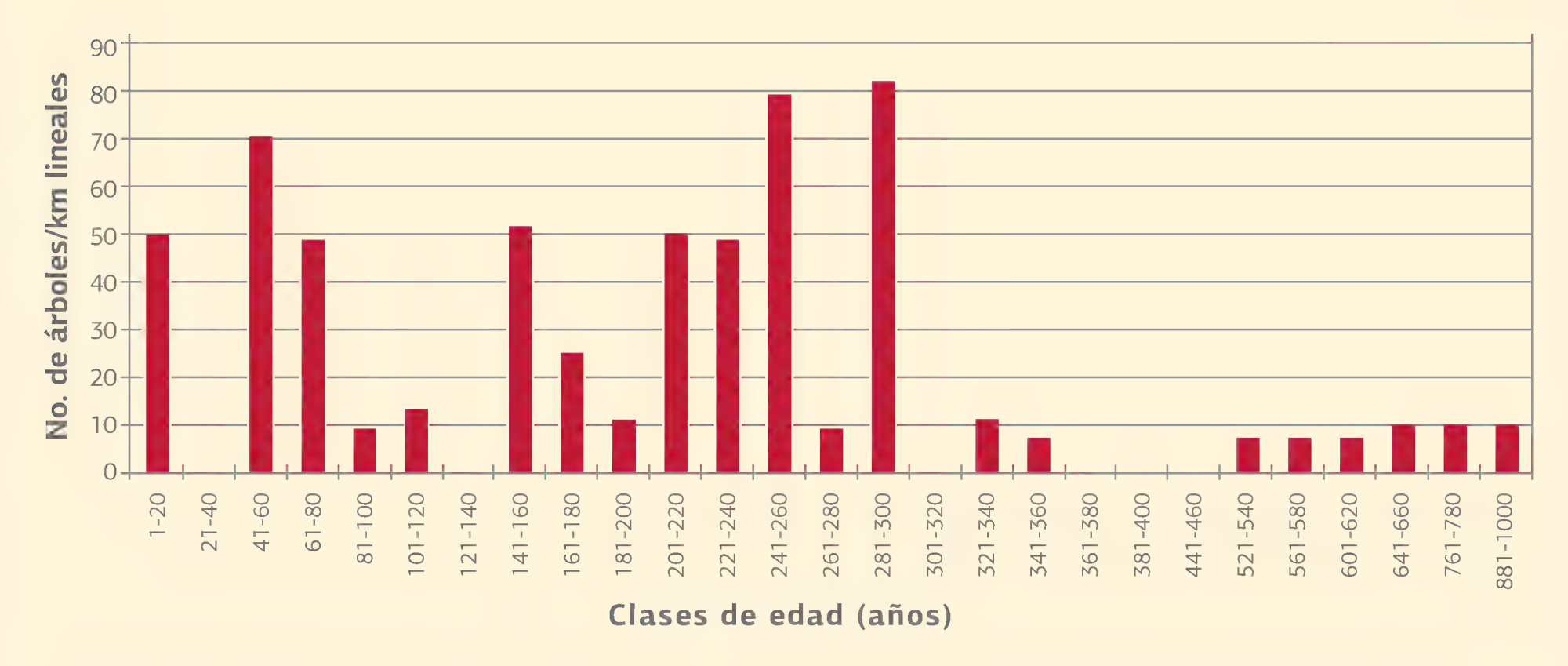


Figura 6. Distribución de edades de los individuos de sabino presentes en un transecto aproximado de 10 km en el paraje denominado El Saltito
Fuente: Alianza WWF-FGRA/INIFAP CENID RASPA 2011.

Figura 7. Árbol milenario localizado entre los parajes Saltito y Saltillos en el río San Pedro Mezquital. El fuste principal en espiral es una característica inconfundible de árboles longevos.
Foto: *Alianza WWF-FGRA/INIFAP CENID RASPA.*

Figura 8. Sección transversal de madera de sabino mostrando la formación de anillos de crecimiento anual y su alta sensibilidad a variables climáticas, determinada por la formación de anillos anchos y angostos; los primeros influenciados por una mayor precipitación y los segundos por una limitada cantidad de lluvia.
Foto: *INIFAP CENID RASPA.*

luego son descargados de manera natural en las corrientes fluviales, donde se ubica el ecosistema ripario, hasta las partes bajas donde se realiza el mayor aprovechamiento del agua tanto superficial como subterránea. Esta acción, sin embargo, demanda de un gran esfuerzo de la parte social involucrada en el aprovechamiento de los recursos forestales, hídricos y de todo el uso que se realiza de la vegetación para actividades agrícolas, pecuarias, urbanas, industriales y de otra índole.

Algunas acciones que se pueden realizar para proteger los sabinos longevos son: hacer del conocimiento de la ubicación de estos ejemplares a la población rural y urbana, con miras a evitar su destrucción; promover una cultura ambiental de la sociedad en su conjunto, particularmente de aquella que habita cerca de ecosistemas riparios; hacer partícipes a los usuarios establecidos en las zonas aledañas al cauce del río, de la importancia que reviste el conservar los individuos longevos; propagar información sobre las funciones que desempeñan estos especímenes en la estabilidad de los bancales, cómo favorecen la calidad de agua y fomentan la presencia de fauna acuática. Estas acciones deben ir asociadas a la difusión y participación directa de los usuarios del agua y comunidades aledañas.

REFERENCIAS

Alianza WWF-FGRA/INIFAP CENID RASPA. 2011. Dinámica poblacional del sabino o ahuehuete (*Taxodium mucronatum* Ten.) en la cuenca del río San Pedro Mezquital. Inédito.

Stahle, D.W., J. Villanueva-Díaz, D.J. Burnette *et al.* 2011. Major Mesoamerican droughts of the past millennium. *Geophysical Research Letters* 38: L05703.

Villanueva.Díaz, J, D.W. Stahle, B.H. Luckman *et al.* 2007. Potencial dendrocronológico de *Taxodium mucronatum* Ten. y acciones para su conservación en México. *Ciencia Forestal* 32(101): 9-37.

Villanueva-Díaz, J., J. Cerano P., J. Estrada A. *et al.* 2010. Precipitación y gasto reconstruido en la cuenca baja del río Nazas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1(1): 37-53.

Moscas
(Insecta: Diptera)

Gerardo Pérez Santiago • Isaías Chaírez Hernández • María Pioquinta González Castillo • Alejandro Leal Sáenz

DESCRIPCIÓN

El orden Diptera agrupa a aquellos insectos que se conocen bajo los epítetos comunes de "moscas", "mosquitos", "jejenes" y "chaquistes" (Ibáñez-Bernal *et al.* 2006). Se caracterizan por presentar las alas mesotorácicas generalmente bien desarrolladas, de tipo membranoso, mientras que las alas metatorácicas son reducidas en forma de órganos sensoriales especializados; presentan ojos compuestos grandes. Etimológicamente la palabra díptera proviene de *dis* o *di* (dos) y *pteron* (alas), haciendo referencia a que sólo tienen dos alas funcionales y a la presencia de un par de halterios o alas reducidas en lugar de alas anteriores (Borror *et al.* 1989). Las piezas bucales son de tipo succionador-picador o succionador-cortador, con los palpos maxilares bien desarrollados y los palpos labiales ausentes.

Algunas larvas presentan hábitos fitófagos (es decir, se alimentan de plantas), como los cecidómidos y tephritidos; otras son saprófagas (se alimentan de residuos de otros organismos), como los múscidos; otras son parásitas externas o internas; algunas son depredadoras como los sírfidos. Los adultos pueden alimentarse con néctar, sangre, sustancias con azúcares, grasas y proteínas en suspensión. Desde el punto de vista estructural constituyen uno de los grupos más evolucionados entre los insectos.

Los adultos son normalmente diurnos, con coloraciones en general poco vistosos, y muchas veces manifiestan mimetismo con el entorno (Morón y Terrón 1988). Aunque suelen ser de costumbres diurnas, las especies hematófagas son normalmente crepusculares o nocturnas. El tamaño de estos insectos se puede considerar de pequeño a mediano con cuerpo suave, de menos de 1 mm hasta 30-60 mm.

DIVERSIDAD

Los dípteros constituyen uno de los órdenes con mayor riqueza de especies, varios de ellos muy abundantes. Llorente-Bousquets y Ocegueda (2008) consideran que a nivel mundial se han descrito 72 052 especies de insectos dentro de este orden, y que México cuenta con 2 091 especies, de las cuales 277 especies son endémicas para el país. Morón y Terrón (1988) propusieron que en México debían existir más de 30 000 especies de este orden, distribuidas en aproximadamente 110 familias. Para Durango, Llorente-Bousquets y Ocegueda (2008) consideran la existencia de 53 especies de dípteros.

En el presente trabajo se revisaron nueve publicaciones que estuvieron disponibles para consulta, y se documentó la presencia de 20 familias con 78 especies de dípteros en la entidad (cuadro 1 y apéndice 14), donde la familia Tachinidae presentó el mayor número de especies, lo que coincide con Ibáñez-Bernal *et al.* (2006).

DISTRIBUCIÓN

Los dípteros están presentes en prácticamente todas las áreas terrestres del planeta. Son insectos especializados a una gran diversidad de microambientes y recursos que emplean para la crianza y su alimentación; tal especialización se refleja en la gran riqueza de especies, con estilos de vida muy particulares, por lo que ha sido considerado como uno de los grupos de organismos más importantes y diversificados en el contexto mundial.

Por ejemplo, las larvas de *Anopheles* se encuentran principalmente en piscinas, pantanos y lugares donde la vegetación es considerable; *Aedes* y *Psorophora* crecen en estanques de bosques y pantanos salados; *Culex* en contenedores artificiales y todos aquellos cacharros que puedan servir como contenedores de agua, por lo cual continuamente se mantienen campañas de descacharrización en ciudades del estado, para evitar la proliferación de mosquitos. Se han colectado insectos de las familias Chloropidae (figura 1), Lauxanidae (figura 2) y Tabanidae (figura 3) en regiones agrícolas y huertos de manzano de la región de Canatlán, mientras que la

Pérez-Santiago, G., I. Chaírez-Hernández, M.P. González-Castillo y A. Leal-Sáenz. 2017. Moscas (Insecta: Diptera). En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 379-383.

Cuadro 1. Relación de familias, géneros y número de especies de Diptera presentes en el estado

Familias	Géneros	Especies
Culicidae	*Anopheles*	1
	Aedes	3
	Culex	5
	Culiseta	1
Syrphidae	*Chilosia*	1
	Eristalis	1
Stratiomyidae	*Hermetia*	1
	Adoxomyia	1
Tachinidae	*Saundersia*	1
	Jurinia	2
	Echinomyia	1
	Gymnomma	1
	Gonia	1
	Nemoraea	1
	Mochlosoma	2
	Rhynchodexia	8
	Myocera	1
	Megaparia	1
	Eucelatoria	1
Muscidae	*Pogonomyia*	1
Anthomyiidae	*Phorbia*	1
Scathopagidae	*Cordylura*	1
Sciomyzidae	*Tetanocera*	1
Tephritidae	*Spilographa*	1
	Tephritis	2
	Rhagoletis	1
Tipulidae	*Epiphragma*	1
	Tipula	1
	Pachyrrhina	1
Bombyliidae	*Neacreotrichus*	1
	Euryphthiria	1
	Poecilognathus	2
	Geron	3
	Bombylius	3
	Parabombylius	2
	Exoprosopa	2
	Phthiria	2
	Eclimus	1
Mydidae	*Mydas*	1
	Messiasia	1
	Mitrodetus	1
	Nemomydas	1
	Phyllomydas	1
Tabanidae	*Chrysops*	1
	Holcopsis	1
	Pangonia	1
	Tabanus	1
Empididae	*Lamprempis*	2
Sarcophagidae	*Sarcophaga*	1
Xylophagidae	*Xylophagus*	1
Agromyzidae	*Melanagromyza*	1
Asilidae	*Diogmites*	1
Chloropidae	*Thaumatomya*	1
Lauxaniidae	*Paracantha*	1
Total: 20	**54**	**78**

Fuente: James y McFadden 1969, Wilcox y Papavero 1971, Evenhuis 1991, Woodley 1994, Papavero e Ibáñez 2003, Muñoz *et al.* 2006, Rull *et al.* 2006, Palacios *et al.* 2008, Colección Entomológica del CIIDIR Unidad Durango 2012, Gelhaus y Ruggeri 2012. Tomado de Ibáñez-Bernal *et al.* 2006.

Figura 1. Mosca de la familia Chloropidae colectada en cultivos agrícolas en Vicente Guerrero y depositada en la Colección de Entomología del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
Foto: *Gerardo Hinojosa Ontiveros.*

Figura 2. Mosca de la familia Lauxanidae, colectada en Canatlán, Durango, depositado en la Colección de Entomología del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
Foto: *Gerardo Hinojosa Ontiveros.*

familia Tachinidae (figura 4) se colectó en vegetación xerófila en El Mezquital.

Hasta el momento no se tiene conocimiento de la presencia de especies endémicas para el estado.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Según la familia, las moscas pueden ser depredadores, descomponedores, parasitoides (cuando matan a su hospedero) o parásitas (cuando no matan a su hospedero) (Ibáñez-Bernal *et al.* 2006); por ejemplo, algunas moscas de la familia Tachinidae actúan como parásitos de larvas de mariposas, moscas sierras y escarabajos, y también parasitan internamente a otros insectos (Clausen 1940), por lo que además de tener una función ecológica al controlar las poblaciones de otros insectos, se les consideran de importancia económica por su actividad como agentes de control para las plagas agrícolas.

Especies de insectos acuáticos del orden Diptera de las familias Athericidae, Blephariceridae, Ceratopogonidae, Chaoboridae, Chironomidae, Culicidae, Dixidae, Dolichopodidae, Empididae, Ephydridae, Muscidae, Psychodidae, Syrphidae, Stratiomidae, Simuliidae y Tipulidae, se consideran como bioindicadores de aguas de baja calidad (De la Lanza *et al.* 2007, Gamboa *et al.* 2008).

Sin embargo, los dípteros también causan impactos negativos en la economía. La familia Tabanidae, específicamente el gusano barrenador del ganado (*Cochliomyia* sp.), es considerado como plaga del ganado; mientras que las familias Agromyzidae y Chloropidae son plagas agrícolas o de gramíneas.

En la fruticultura, por ejemplo, se realiza desde 1992 la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNCMF), con el objetivo de controlar, suprimir y erradicar a las moscas de la fruta: *Anastrepha ludens, A. obliqua, A. striata* y *A. serpentina* de la familia Tephritidae, debido a que estas especies utilizan a las frutas como sustrato para que se desarrollen sus larvas (SAGARPA 2013a y 2013b).

Desde el punto de vista médico y veterinario, los mosquitos transmiten enfermedades a humanos y animales Las enfermedades que son transmitidas por dípteros a humanos son: el paludismo o malaria, que es causado por el protista del género *Plasmodium* sp., y transmitida por *Anopheles* sp.; la fiebre amarilla, causada por un virus y transmitida por *Aedes aegypti* y otras especies del

Figura 3. Mosca de la familia Tabanidae, colectada en Vicente Guerrero, Durango, depositado en la Colección de Entomología del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
Foto: *Gerardo Hinojosa Ontiveros.*

Figura 4. Mosca de la familia Tachinidae, colectada en Mezquital, Durango, en vegetación xerófila, espécimen depositado en la Colección de Entomología del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
Foto: *Gerardo Hinojosa Ontiveros.*

género *Aedes*; filariasis, causada por el gusano filarial y transmitida principalmente por especies de *Culex;* cierto tipo de encefalitis, causada por un virus y transmitida por varias especies de mosquitos (*Culex* sp. y *Aedes* sp.); y el dengue, transmitido por *Aedes aegypti* (Rodríguez-Domínguez 2002). En Durango se tienen registrados casos de dengue, pero se considera como uno de los estados con menor incidencia de dicha enfermedad (Cortés 2010).

En cuanto al impacto negativo en actividades pecuarias, hay especies de moscas de las familias Tabanidae, Asilidae, Oestridae, Muscidae, Calliphoridae y Sarcophagidae cuyas larvas degradadoras o endoparásitos de mamíferos, afectan al ganado en el estado (Morón y Terrón 1988). Otras especies de moscas (*Spalangia* sp. y *Muscidifurax* sp) son parásitos de las moscas de los establos (*Stomoxys calcitrans*) en los establos lecheros en la región de la Laguna (Nava-Camberos *et al.* 2000).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se registraron 20 familias, 54 géneros y 78 especies en la revisión realizada. Sin embargo, por los ecosistemas que existen en el estado y por su extensión en superficie, aún falta mucho trabajo de campo por realizar, ya que en los ecosistemas de bosque tropical seco y matorral xerófilo, entre otros, se desconocen las especies de dípteros presentes. Se requiere hacer más trabajo de investigación y apoyar a los especialistas taxónomos que participan en las tareas de inventario de invertebrados y en particular de este grupo de insectos.

REFERENCIAS

Borror, D.J., C.A. Triplehorn, y N.F. Johnson. 1989. *An introduction to the study of insects.* 6 ed. Saunders College Publishing, Philadelphia.

Clausen, C.P. 1940. *Entomophagous Insects.* McGraw-Hill. Nueva York.

Colección Entomológica del CIIDIR Unidad Durango (Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional) del Instituto Politécnico Nacional. Última actualización: febrero de 2012.

De la Lanza, E.G., S. Hernández y J.L. Carbajal. 2007. *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación.* 1ª ed. Plaza & Valdés. México.

Evenhuis, N.L. 1991. *World catalog of genus-group names of bee flies (Diptera: Bombyliidae).* Bishop Museum Press (ed.). Universidad de Wisconsin- Madison. En: <*http://hbs.bishopmuseum.org/bombcat/worldcat1-new.pdf*>, última consulta: 10 de abril de 2014.

Gamboa, M., R. Reyes y J. Arrivillaga. 2008. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental* XLVII (2): 109-120.

Gelhaus, J.K. y A. Ruggeri. 2012. A review of the crane fly genus *Epiphragma* (Diptera: Tipulidae s.l.) in North America (including Mexico). *Canadian Entomology* 144: 353-375.

Ibáñez-Bernal, S., V. Hernández Ortiz y L. Miranda Martín del Campo. 2006. Catálogo de autoridad taxonómica orden díptera (Insecta) en México. Parte 1. Suborden Nematocera. Instituto de Ecología AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CS004. México.

James, M.T. y M.W. McFadden. 1969. The genus *Adoxomyia* in America North of Mexico (Diptera: Stratiomyidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 42 (3): 260-276.

Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: *Capital natural de México*, vol. I. *Conocimiento actual de la biodiversidad.* CONABIO. México, pp. 283-322.

Morón, M.A. y R.A. Terrón. 1988. *Entomología práctica.* Instituto de Ecología, México, pp. 395-442.

Muñoz, C.L.O., S. Ibáñez y M.C. Corona. 2006. Los mosquitos (Diptera: Culicidae) de Tlaxcala, México. I: Lista comentada de especies. *Folia Entomológica Mexicana* 45(003): 223-271.

Nava-Camberos, U., M.Y. Gómez-Gallegos y M. Ramírez-Gómez. 2000. Determinación de parasitoides como agentes de control biológico de moscas de establo en Bermejillo, Durango. *Revista Chapingo serie zonas áridas* 1(2): 85-91.

Palacios, T.R.E., J. Romero, J. Étienne *et al.* 2008. Identificación, distribución y plantas hospederas de diez especies de Agromyzidae (Insecta: Diptera), de interés agronómico en México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 24 (003): 7-32.

Papavero, N. y S. Ibáñez. 2003. Contribution to a history of mexican dipterology part II.- The Biologia Centrali-Americana 143 Nieto, C. El género *Camelobaetidius* (Ephemeroptera: Baetidae) en la Argentina. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 88: 143-232.

Rodríguez-Domínguez, J. 2002. Las enfermedades transmitidas por vector en México. *Revista de la Facultad de Medicina,* UNAM 45 (003): 126-141.

Rull, J., M. Aluja, J. Feder y S. Berlocher. 2006. Distribution and host range of hawthorn-infesting *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae) in Mexico. *Annals of the Entomological Society of America* 99(4): 662-672.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 2013a. Insectos entomófagos. En: <*http://senasica.gob.mx/?id=5227*>, última consulta: 13 de septiembre de 2013.

—. 2013b. Moscas nativas de la fruta. En: <*http://senasica.gob.mx/?id=5227*>, última consulta: 13 de septiembre de 2013.

Wilcox, J. y N. Papavero. 1971. Archivos de Zoología. The American genera of Mydidae (Diptera), with the description of three new genera and two new species. *Arquivos de Zoologia* 21(2): 41-119.

Woodley, E.N. 1994. A new species of *Xylophagus* Meigen from Mexico, with a critique of Webb's (1979) phylogeny of the genus (Diptera: Xylophagidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 96(2): 308-313.

Mariposas y palomillas
(Insecta: Lepidoptera)

María Pioquinta González Castillo • Gerardo Pérez Santiago • Gerardo Antonio Hinojosa Ontiveros

DESCRIPCIÓN

Las mariposas y palomillas o polillas se encuentran dentro del orden Lepidoptera. El nombre lepidóptera proviene del griego *lepidos*, que significa escamas, y *pteron*, que quiere decir alas; es decir, presentan alas cubiertas por escamas, que dan forma a los maravillosos colores que muestran estos insectos. El adulto presenta cabeza, tórax y abdomen como cualquier otro insecto. Las mandíbulas están atrofiadas en el adulto y las maxilas transformadas en probóscide o espiritrompa, que es una estructura destacada en las mariposas y tiene la función para alimentación. Exhibe dos pares de alas membranosas con nerviaciones y tres pares de patas en el tórax. En el interior del abdomen se encuentran los órganos digestivos, parte del sistema nervioso y circulatorio; en la parte terminal se encuentra el órgano sexual y el ano. Son insectos holometábolos, es decir que poseen una metamorfosis completa: huevo, larva, crisálida y adulto.

Los lepidópteros son de hábitos diurnos, nocturnos y crepusculares; son de los más estudiados no sólo por la belleza de sus atractivos colores, sino por su importancia ecológica y económica, abundancia y diversidad (Andrade 1998). Existen ciertas diferencias entre mariposas diurnas y nocturnas; por ejemplo, las mariposas diurnas presentan antenas en forma de clava y, por lo general, las alas exhiben colores más brillantes; cuando se posan cierran las alas y muestran colores y diseños que se confunden con su entorno.

Las mariposas nocturnas reposan con las alas abiertas y sus antenas son plumosas, los colores son menos brillantes y exhiben diseños intrincados de manchas y líneas; algunas tienen el cuerpo cubierto de escamas modificadas como cerdas o pelos.

Existen ciertas especies que se alimentan de follaje en estado de larva y algunas otras se alimentan de frutos como los noctuidos (Noctuidae), donde se ubican las polillas, que en su mayoría son de hábitos nocturnos. Otra familia de interés son los hespéridos, ya que presentan larvas suaves y se alimentan por lo general dentro de una hoja como refugio y la pupación ocurre en un capullo que elaboran de hojas sujetas con seda. Muchas de las orugas secretan mielecilla, la cual atrae a las hormigas, y algunas viven en sus nidos, como diversas especies de la familia Lycaenidae. Otro grupo bastante grande en cuanto a número de especies son los ninfálidos y piéridos (Nymphalidae, Pieridae), que incluyen mariposas comunes, los cuales se llegan a observar en grupos cuando migran (Borror *et al.* 1989).

DIVERSIDAD

Se conocen más de 950 000 especies de insectos en el mundo, de los cuales 157 424 son lepidópteros, agrupados en 45 superfamilias y 139 familias; de acuerdo con varios autores, se estima que pueden existir otras 100 000 especies por describir (Heppner 2000, Llorente-Bousquets y Ocegueda 2008, Llorente-Bousquets *et al.* 2013). En cuanto a las mariposas diurnas, a nivel mundial se han descrito 20 400 (Heppner 2002).

En México, se menciona que existen 25 superfamilias, y para el 2002 se conocían 14 507 especies; de acuerdo a un cálculo moderado la cifra alcanzó 23 750 especies de lepidópteros, de los cuales 1 672 especies pertenecen a mariposas diurnas (Llorente-Bousquets *et al.* 2013).

En Durango se han registrado 220 especies (Llorente-Bousquets y Ocegueda 2008). La presente información se basó en la revisión de 48 artículos publicados y de las especies de lepidópteros depositados en la Colección Entomológica del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN), Unidad Durango.

En este trabajo se encontraron 18 familias, 182 géneros y 279 especies (cuadro 1 y apéndice 15), donde la

González-Castillo, M.P., G. Pérez-Santiago y G.A. Hinojosa-Ontiveros. 2017. Mariposas y palomillas (Insecta: Lepidoptera). En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 385-393.

Cuadro 1. Relación de familias, géneros y número de especies de los lepidópteros del estado

Familia	Géneros	Especies
Arctiidae	*Aemilia*	1
	Grammia	1
	Arachnis	1
	Estigmene	1
	Hemihyalea	1
	Holomelina	1
	Lophocampa	1
	Pseudohemihyalea	1
	Utetheisa	1
Bombycidae	*Bombyx*	1
Geometridae	*Amphidasis*	1
	Chiricahua	2
	Eupithecia	1
	Sabulodes	1
	Tracheops	1
Hesperiidae	*Amblyscirtes*	3
	Autochton	2
	Erynnis	1
	Lerodea	1
	Librita	1
	Pyrgus	2
	Piruna	6
	Poanes	1
	Polites	1
	Thorybes	1
	Urbanus	2
	Zestusa	1
	Oarisma	1
	Lerema	1
	Copaeodes	1

Familia	Géneros	Especies
Hesperiidae	*Yvretta*	1
	Stinga	1
	Atalopedes	1
	Atrytonopsis	1
	Timochares	1
	Pholisora	1
	Agathymus	1
	Turnerina	1
Lasiocampidae	*Eutachyptera*	1
	Malacosoma	1
Lycaenidae	*Ancyluris*	1
	Atlides	1
	Callophrys	3
	Calycopis	1
	Celastrina	1
	Cyanophrys	2
	Erora	1
	Everes	1
	Hemiargus	3
	Hypaurotis	1
	Icaricia	1
	Leptotes	1
	Lycaena	1
	Michaelus	1
	Ministrymon	1
	Ocaria	1
	Parrhasius	2
	Rekoa	1
	Satyrium	1
	Strymon	5

Cuadro 1. Continuación

Familia	Géneros	Especies
Lycaenidae	*Thecla*	2
	Timolus	1
	Zizula	1
Noctuidae	*Catocala*	1
	Chalcopasta	1
	Charadra	1
	Cirrhophanus	1
	Copitarsia	1
	Dargida	1
	Euxoa	1
	Heliotis	2
	Hypotrix	5
	Leucania	1
	Melipotis	3
	Panthea	1
	Peridroma	1
	Pseudaletia	1
	Mythimna	1
	Spodoptera	3
	Stibadium	2
	Stiria	1
	Trichoplusia	1
Nymphalidae	*Adelpha*	2
	Aglais	1
	Agraulis	1
	Anaea	2
	Anartia	1
	Anthanassa	2
	Archaeoprepona	1
	Asterocampa	2
	Basilarchia	2
	Chlosyne	5
	Cyllopsis	1
	Cynthia	3
	Danaus	2
	Dione	1
	Doxocopa	1
	Eunica	1
	Euptoieta	2
	Gyrocheilus	1
	Hamadryas	2
	Heliconius	1
	Junonia	3
	Libytheana	2
	Limenitis	2
	Marpesia	1
	Megisto	2
	Microtia	1
	Nymphalis	1
	Paramacera	1
	Phyciodes	4
	Pindis	1
	Poladryas	2
	Polygonia	1
	Smyrna	1
	Speyeria	1
	Texola	1
	Thessalia	2
	Vanessa	1
Papilionidae	*Battus*	1
	Calaides	2
	Heraclides	2
	Papilio	5
	Parides	1

Cuadro 1. Continuación

Familia	Géneros	Especies
	Abaeis	1
	Anteos	2
	Ascia	1
	Catasticta	1
	Colias	2
	Eucheira	1
	Eurema	4
	Galleria	1
Pieridae	*Glutophrissa*	1
	Gonepteriyx	1
	Kricogonia	1
	Nathalis	1
	Neophasia	1
	Phoebis	4
	Pieris	1
	Pontia	1
	Pyrisitia	2
	Zerene	1
Prodoxidae	*Parategeticula*	1
Pyralidae	*Palpita*	1
	Plodia	1
	Anteros	1
	Apodemia	2
Riodinidae	*Calephelis*	4
	Caria	1
	Emesis	2
	Melanis	1
	Agapema	2
Saturniidae	*Automeris*	1
	Coloradia	1
	Hemileuca	1
Sesiidae	*Aegeria*	2
	Melittia	1

Familia	Géneros	Especies
	Hyles	1
	Eumorpha	2
	Manduca	3
	Monarda	1
Sphingidae	*Pachysphinx*	2
	Xylophanes	2
	Perigonia	1
	Smerinthus	1
	Sphinx	2
	Aethes	2
	Anopina	1
	Argyrotaenia	1
	Carolella	4
	Clepsis	3
	Cochylis	1
	Cydia	2
Tortricidae	*Eugnosta*	1
	Henricus	2
	Mielkeana	1
	Mimcochylis	1
	Odonthalitus	1
	Phtheochroa	6
	Quasieulia	1
	Saphenista	1
Zygaenidae	*Harrisina*	1
Total:18	**182**	**279**

Fuente: Forbes 1928, 1963; Freeman 1973; Duckworth y Eichlin 1978, Becerra y Escurra 1986, Beutelspacher 1991, Burns 1992, 1994; Llorente-Bousquets *et al.* 1995, Fitzgerald y Underwood 1998, Brown 1991, Brown 1999, Heppner 2002, Andrés *et al.* 2003, Ferris 2004, Underwood *et al.* 2005, Prudic *et al.* 2008, Przybos y Razowska 2008, Espinoza–Martínez *et al.* 2008, Anweile 2009, Austin y Warren 2009, Ferris 2010, Lafontaine *et al.* 2010, Oñate-Ocaña y Llorente-Bousquets 2010, Schmidt y Anweiler 2010, Giner *et al.* 2011, Pogue 2011.

Figura 1. *Pontia protodice* colectada en Durango; espécimen depositado en la Colección de Entomología del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
Foto: *María Pioquinta González Castillo.*

Figura 2. *Eucheira socialis* colectada en El Salto Pueblo Nuevo, Durango; espécimen depositado en la Colección de Entomología del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
Foto: *María Pioquinta González Castillo.*

familia Nymphalidae es la que presenta la mayor abundancia relativa de especies (22%); le sigue en orden de importancia Lycaenidae y Hesperidae (12%), Noctuidae (11%) y Pieridae (10%), valores semejantes a los que mencionan Luis-Martínez *et al.* (2000, 2004), donde las mismas familias concentran el mayor porcentaje de especies. Los géneros más abundantes fueron *Piruna* y *Phtheochroa* con seis especies cada uno, *Chlosine, Hypotrix, Papilio* y *Strymon* con cinco especies, *Calephelis, Carolella, Eurema Phoebis* y *Phyciodes* con cuatro especies cada uno.

DISTRIBUCIÓN

En el estado existen diversos tipos de vegetación como bosque de pino-encino, bosque de pino-encino-madroño, matorral xerófilo, pastizal, bosques tropicales secos y cultivos agrícolas (Rzedowski 1978, González *et al.* 2007), características que hacen que se presente una gran cantidad de insectos, entre ellos los lepidópteros. Se observó a *Battus philenor philenor* en bosque de pino-encino; *Pontia protodice* (figura 1) en bosque de pino-encino-madroño, bosque de pino-encino, pastizal y cultivos; *Eucheira socialis westwoodi* (figura 2) en bosque de pino-encino-madroño; *Danaus plexipus plexipus* en cultivo agrícola (Díaz-Batres *et al.* 2001), lo mismo que *Spodoptera frugiperda* (Villa-Castorena y Catalán-Valencia 2004), entre otras.

Además, algunas especies son de amplia distribución, ya que se han encontrado en otros estados del país como *Parides alopius, Calaiides ornythion, Heraclides cresphontes* (figura 3), *Colias eurytheme, Cynthia annabella, Atlides halesus* en Jalisco (Llorente-Bousquets *et al.* 1995); *Pontia protodice* en Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Campeche, Colima, Estado de México e Hidalgo; *Catasticta nimbice nimbice* en Aguascalientes, Guerrero e Hidalgo (Llorente-Bousquets *et al.* 1997); *H. cresphontes, Anteos clorinde, Abaeis nicippe, Eurema daira, Leptotes marina* en Guerrero (Luna-León *et al.* 2004); *Heraclides thoas autocles, Zerene cesonia* (figura 4), *Battus philenor* en Veracruz, Guerrero y Tabasco (Oñate-Ocaña y Llorente-Bousquets 2010); *Battus philenor philenor, Anteos clorinde, Catasticta nimbice nimbice, Urbanus proteus proteus, Pterourus multicaudata multicaudata* (figura 5) en la Ciudad de México (Díaz y Llorente-Bousquets 2011); y *Junonia coenia* en Morelos (Luna-Reyes *et al.* 2012), entre otros.

Figura 3. *Heraclides cresphontes* colectada en Vicente Guerrero; espécimen depositado en la Colección de Entomología del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
Foto: *María Pioquinta González Castillo.*

Figura 4. *Zerene cesonia* colectada en El Palmito; espécimen depositado en la Colección de Entomología del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
Foto: *María Pioquinta González Castillo.*

IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y ECONÓMICA

Los lepidópteros contribuyen a la polinización de las flores, a la alimentación de otros animales, intervienen en el ciclo de nutrientes y mantienen el balance dentro de los ecosistemas.

Algunas especies de esta familia son plagas de varios cultivos agrícolas de importancia económica en el estado, como el falso medidor del brócoli y coliflor (*Trichoplusia ni*), mariposita blanca de la col (*Artogei rapae,* sinonimia *Pieris rapae*), gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y gusano del corazón de la col (*Copitarsia consueta,* sinonimia *C. incommoda*); las larvas mastican las hojas centrales de la col impidiendo la formación del repollo e incluso pueden llegar a comportarse como barrenadores penetrando al interior (García-Gutiérrez *et al.* 2009).

Asimismo, se han realizado diversas investigaciones sobre insectos comestibles, dentro de los cuales se encuentran larvas de mariposas; aunque en el estado no se realice esta actividad, se presenta el gusano del madroño (*Eucheira socialis socialis y Eucheira socialis westwoodi)* (Ramos-Elorduy *et al.* 2011), el cual podría ser aprovechado en las comunidades donde se ha observado.

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

A pesar de que las especies observadas no se encontraron en el *Libro rojo* de la UICN (2002) y NOM-059 (SEMARNAT 2010), no hay datos cuantitativos acerca de las poblaciones de lepidópteros y se desconoce su abundancia, diversidad y distribución, por lo que se tienen que realizar inventarios, estudios sobre su biología y ecología para evaluar de una manera más precisa la situación actual de este grupo de insectos para posteriormente hablar de las necesidades de protección y conservación de las especies existentes de mariposas y palomillas en la entidad, sin olvidarse de la protección de los ecosistemas y agroecosistemas en que habitan.

PRINCIPALES AMENAZAS

Se menciona que de 1976 a 2000 se redujo la extensión de los bosques, selvas, matorrales y pastizales del estado. En el caso de los bosques, la disminución anual es de 0.29%, equivalente a 14 855 ha, debido al avance de la superficie agrícola y asentamientos humanos, lo que podría poner el peligro la diversidad biológica (SEMARNAT 2011), aunado a otros fenómenos como la deforestación, incendios forestales, sobreexplotación de recursos e introducción de especies exóticas que pueden

Figura 5. *Pterourus multicaudata multicaudata* colectada en El Palmito; espécimen depositado en la Colección de Entomología del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
Foto: *María Pioquinta González Castillo.*

convertirse en amenazas para diferentes organismos, entre ellos los lepidópteros.

OPORTUNIDADES O ACCIONES DE CONSERVACIÓN

A pesar de que falta información sobre las especies de lepidópteros en el estado, se estima que podría existir pérdida de estos organismos por la degradación de ecosistemas, ya que hay un cambio rápido y destructivo de estos por la fuerte influencia humana, lo que ha ocasionado la pérdida progresiva de hábitats que ponen en peligro a ciertas especies que son endémicas de México como *Eucheira socialis westwoodi*, la cual se presenta también en el estado (Díaz-Batres 1991), por lo que se deben implementar programas de manejo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se registraron 18 familias, 182 géneros y 279 especies en la revisión que se llevó a cabo, y se considera que por los ecosistemas que existen en el estado y por su extensión en superficie, aún falta mucho trabajo de campo por realizar, ya que en algunos ecosistemas como el bosque tropical seco y matorral xerófilo, entre otras, se desconocen las especies presentes. Se requiere hacer investigación en las áreas naturales protegidas del estado como las reservas de Mapimí y La Michilía, para determinar las especies que existen en esos ambientes silvestres y salvaguardar los ejemplares representativos de esas comunidades.

Asimismo, se requiere promover el diseño de espacios verdes con la finalidad de mantener o elevar el número de especies de lepidópteros en la entidad. Se considera que los lepidópteros son piezas fundamentales para los programas de conservación y monitoreo ambiental.

AGRADECIMIENTOS

A la COFAA-IPN por su apoyo en becas. Al Sistema SAPPI-IPN por el apoyo financiero para la elaboración de los proyectos 20113567, 20120473 y 20131840. Al M.C. Alejandro Leal Saenz por su apoyo en parte de la búsqueda de información.

REFERENCIAS

Andrade, G. 1998. Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 22 (84): 407-421.

Andrés, O., O.A. Angulo y T.S. Olivares. 2003. Taxonomic update of the species of *Copitarsia* Hampson 1906. (Lepidoptera: Noctuidae: Cuculliinae). *Gayana* 67(1): 33-38.

Anweile, G.G. 2009. Revision of the New World *Panthea* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) with descriptions of 5 new species and 2 new subspecies. *Zootaxa* 9: 97-134.

Austin, T.G. y A.D. Warren. 2009. New looks at and for *Onespa, Buzyges,* and *Librita* (Lepidoptera: Hesperiidae: Hesperiinae), with new combinations and descriptions of a new genus and six new species. *Insecta Mundi* 0089: 1-55. En: <*http://www.centerforsystematicentomology.org/*>, última consulta: 14 de septiembre de 2012.

Becerra, J. y E. Escurra. 1986. Glandular hair in the *Arbutus xalapensis* complex in relation to herbivory. *American Journal of Botany* 73(10): 1427-1430.

Beutelspacher, B., C.R. 1991. Estado taxonómico actual en México del complejo *Eurema daira* (Lepidoptera: Pieridae). *Anales Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica* 62(1): 115-128.

Borror, J.D., Ch. A. Triplehorn y N.F. Johnson. 1989. *Study of insects.* Saunders College Publishing, Philadelphia, pp. 588-664.

Brown, K.S. Jr. 1991. Conservation of neotropical environment: Insects as indicator. En: *The conservation of insects and their habitats.* N.M. Collins, y J.A. Thomas (eds.). Academic press. Nueva York, pp. 349-404.

Brown, W. J. 1999. Five species of *Argyrotaenia* (Tortricidae: Archipini) from Mexico and the Southwestern United States. *Journal of the Lepidopterists´ Society* 53(3): 114-125.

Burns, M.J. 1992. Genitalic recasting of *Poanes* and *Paratrytone* (Hesperiidae). *Journal of the Lepidopterists´ Society* 46(1): 1-23.

—. 1994. Split skippers: Mexican genus *Poanopsis* goes in the origenes group- and *Yvretta* forms the rhesus group- of *Polites* (Hesperiidae). *Journal of the Lepidopterists´ Society* 48(1): 24-45.

Díaz-Batres, M.E. 1991. Sobrevivencia de *Eucheira sociales westwoodi* Beutelspacher (Lepidoptera: Pieridae) en la Reserva de la Biosfera "La Michilia", Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana (ns)* 44:27-39.

Díaz-Batres, M.E., J. Llorente-Bousquets, L.F. Vargas y A. Luis. 2001. Papilionoidea (Lepidoptera) de la Reserva de la Biosfera La Michilia en Durango, México. En: *Contribuciones entomológicas. Homenaje a la Dra. Isabel Bassols.* ENCB-IPN. México, pp 35-56.

Díaz-Batres, M.E. y J. Llorente-Bousquets. 2011. *Mariposas de Chapultepec. Guía visual.* Artes Gráficas Panorama S.A de C.V. México.

Duckworth, D.W. y T.D. Eichlin. 1978. The type-material of Central and South American clearwing moths (Lepidoptera: Sesiidae). *Smithsonian Contributions to Zoology* 261: 1-27.

Espinoza-Martínez, L.A., D.A. Rodríguez-Trejo y F.J. Zamudio-Sánchez. 2008. Sinecología del sotobosque de *Pinus hartwegii* dos y tres años después de quemas prescritas. *Agrociencia* 42: 717-730.

Ferris, D.C. 2004. Taxonomic note on four poorly known Arizona *Eupithecia* Curtis (Lepidoptera: Geometridae:Eupitheciini). *Zootaxa* 738: 1-19.

—. 2010. A new geometrid genus and species from southeastern Arizona (Ennominae: Nacophorini). *Journal of the Lepidopterists' Society* 64(3): 147-153.

Fitzgerald, D.T. y D.L.A. Underwood. 1998. Trail marking by the larva of the madrone butterfly *Eucheira socialis* and the Role of the Trail Pheromone in Communal Foraging Behavior. *Journal of Insect Behavior* 11(2): 247-263.

Forbes, W.T.M. 1928. Variation in *Junonia lavinia* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Journal of the New York Entomological Society* 36(XXXVI) (4):305-320.

Freeman, A.H. 1963. Type localities of the Megathymidae. *Journal of Research on the Lepidoptera* 2(2): 137-141.

—. 1973. A review of the *Amblyscirtes* with the description of a new species from Mexico (Hesperiidae). *Journal of the Lepidopterists´ Society* 27(1): 40-57.

García-Gutiérrez, C., M.B. González-Maldonado, I. Chairez-Hernández y N. Bautista-Martínez. 2009. Parasitismo natural de las principales plagas del repollo en Nombre de Dios, Durango. *Southwestern Entomologist Scientific Note* 34(2): 193-195.

Giner, R.A., L.C. Fierro y L.C. Negrete. 2011. Análisis de la problemática de la sequía 2011-2012 y sus efectos en la ganadería y la agricultura de temporal. Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA), SAGARPA. En: <*http://www.conaza.gob.mx/transparencia/Documents/Publicaciones/boletin5.pdf*>, última consulta: 28 de abril de 2016.

González, M.S., M. González y M.A. Márquez L. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés Editores/IPN. México.

Heppner, J.B (ed.). 2000. Lepidoptera (moths, butterflies and skipper). En: *American Insects: a handbook of the Insects of America North of Mexico.* R.H. Arnett Jr. (ed.), CRC. Press (2nd ed.), pp. 631-827.

—. 2002. Mexican lepidoptera biodiversity. *Insecta Mundi* 16:171-190. En: <*http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1549&context=insectamundi*>, última consulta: 30 de agosto de 2012.

Lafontaine, D.J., C.D. Ferris y J.B. Walsh. 2010. A revision of the genus *Hypotrix* Guenée in North America with descriptions of four new

species and a new genus (Lepidoptera, Noctuidae, Noctuinae, Eriopygini). En: *Contributions to the systematics of New World macromoths II*. B.C. Schmidt y J.D. Lafontaine (eds.). *ZooKeys* 39: 225-253.

Llorente-Bousquets, J., A. Luis M., I. Vargas F. y A.D. Warren. 1995. Lista de las mariposas del estado de Jalisco, México. *Revista Sociedad Mexicana Historia Natural* 46:35-48.

Llorente-Bousquets, J., L. Oñate, A. Luis y I. Vargas. 1997. Papilionidae y Pieridae de México: Distribución geográfica e ilustración. CONABIO/Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: *Capital natural de México*. Vol 1: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 283-322.

Llorente-Bousquets, J., I. Vargas-Fernández, A. Luis-Martínez *et al.* 2013. Biodiversidad de Lepidoptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 353-371.

Luis-Martínez, A., J. .Llorente-Bousquets, I. Vargas F. y A. L. Gutiérrez. 2000. Síntesis preliminar del conocimiento de los Papilionoidea (Lepidoptera: Insecta) de México. En: *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PrIBES-2000*. E. Martín-Piera, J.J. Morrone y A. Melic (eds.). Monografías Tercer Milenio, vol. 1. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Zaragoza, pp. 275-285.

Luis-Martínez, A., J .Llorente-Bousquets, A.D. Warren e I. Vargas F. 2004. Lepidopteros: Papilionoideos y Hesperioideas. En: *Biodiversidad de Oaxaca*. A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M.A. Briones-salas (eds.). Instituto de Biología, UNAM/Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/WWF. México, pp. 331-356.

Luna-León, C., U. Martínez-Alonso, P. Alejandro S. y M.E.E. Díaz-Batres. 2004. Lepidópteros diurnos (Lepidoptera: Papilionoidea) de Tuxpan, Guerrero, México. *Entomología Mexicana* vol. 3. M.A. Morales, M. Ibarra G., A.P. Rivera G. y S. Stanford C. (eds.). Sociedad Mexicana de Entomología. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. pp. 788-792.

Luna-Reyes, M., A. Luis-Martínez, I. Vargas-Fernández y J. Llorente-Bousquets. 2012. Mariposas de Morelos (Lepidoptera: Papilionoidea). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 623-666.

Oñate-Ocaña, L. J. Llorente-Bousquets. 2010. El uso de base de datos curatoriales para reconstruir la historia del conocimiento taxonómico: un ejemplo con Papiliónidas y Pieridas mexicanas (Insecta: Lepidoptera). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 343-362.

Pogue, G.M. 2011. Using genitalia characters and mitochondrial COI sequences to place *"Leucochlaena" hipparis* (Druce) in *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). *Procceding Entomoogical Society Washingthon* 113(4): 497-507.

Prudic, L.K., A.D. Warren y J. Llorente-Bousquets. 2008. Molecular and morphological evidence reveals three species within the California sister butterfly. *Adelpha bredowii* (Lepidoptera: Nymphalidae: Limenitidinae). *Zootaxa* 1819: 1-24.

Przybos, E. y D. Razowska. 2008. List of the taxa of Lepidoptera, primarily Tortricidae, described by Józef Razowski in the years 1953-2006. *Acta Zoologica Cracoviensia* Serie B, *Invertebrata* 51(1-2): 149-222.

Ramos-Elorduy, J., J.M.P. Moreno, A.L. Vazquez *et al.*. 2011. Edible Lepidoptera in Mexico: Geographic, distribution, ethnicity, economic and nutritional importance for rural people. *Journal Ethnobiology and Ethnomedicine* 7:2.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México.

Schmidt, B.C. y G.G. Anweiler. 2010. The North American species of Charadra Walker, with a revision of the *Charadra pata (Druce)* group (Noctuidae, Pantheinae). En: *Contributions to the systematics of New World macro-moths II*. B.C. Schmidt y J.D. Lafontaine (eds.). *ZooKeys* 39: 161-181.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

—. 2011. Periódico oficial. Programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango. Tomo CCXXV. No. 6: 205 pp. En: *<http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/ordenamiento_durango.pdf>*, última consulta: 23 de marzo de 2014.

Underwood, L.A., S. Hussein, C. Goodpasture *et al.* 2005. Geographic variation in meiotic instability in *Eucheira socialis* (Lepidoptera: Pieridae). *Annals of the Entomological Society of America* 98 (2): 227-235.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2002. Red list of threatened species. En *<http://www.iucnredlist.org>*, última consulta: 23 de agosto de 2013.

Villa-Castorena, M.M. y E.A. Catalán-Valencia. 2004. Determinación de estadios larvales de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) para un modelo de predicción. *Folia Entomológica Mexicana* 43(3): 307-312.

Polillas avispa

(Lepidoptera: Ctenuchina y Euchromiina)

Fernando Hernández Baz

DESCRIPCIÓN

Las mariposas y polillas se ubican en el orden Lepidoptera (insectos de alas escamosas). Son invertebrados artrópodos cuyo origen se ubica en el periodo Cretácico hace 70 a 80 millones de años. La familia Erebidae incluye a las subtribus Ctenuchina y Euchromiina (figura 1). Estas se caracterizan por tener un par de tímpanos sobre los orificios respiratorios (espiráculos) del tercer segmento torácico (metatórax), protegidos por un opérculo. Sus antenas son simples (como un hilo), ciliadas o bipectinadas (similares a un peine). Su coloración es muy variada, va de colores oscuros hasta metálicos y policromáticos. En ocasiones, sus alas son transparentes (hialinas). Algunas especies de estos grupos presentan similitudes (mimetismos) sorprendentes con avispas (orden Hymenoptera), por lo que reciben el sobrenombre de "polillas avispa".

DIVERSIDAD

En la actualidad, los lepidópteros abarcan alrededor de 250 mil especies en el mundo (Scoble 1992), agrupadas en 120 familias (Heppner 1991). Las polillas avispa constan aproximadamente de 2 482 especies, de las cuales 2 453 se ubican en el neotrópico y 29 en la zona neártica (Heppner 1991). En el caso de México hay 719 especies de "polillas tigre" (para la subfamilia Arctiinae) (Hernández-Baz 2008, 2012), de las cuales 240 corresponden a polillas avispa (Hernández-Baz 1992, 2009, 2010, 2011a, 2011b).

Para Durango hay registradas cuatro especies de la subtribu Ctenuchina: *Cyanopepla griseldis, Dinia eagrus, Horama panthalon texana* y *Sciopsyche tropica*; así como tres especies de Euchromiina: *Apeplopoda mecrida, Psilopleura polia minax, Syntomeida melanthus albifasciata* (apéndice 16). Entre ambas subtribus suman siete es-

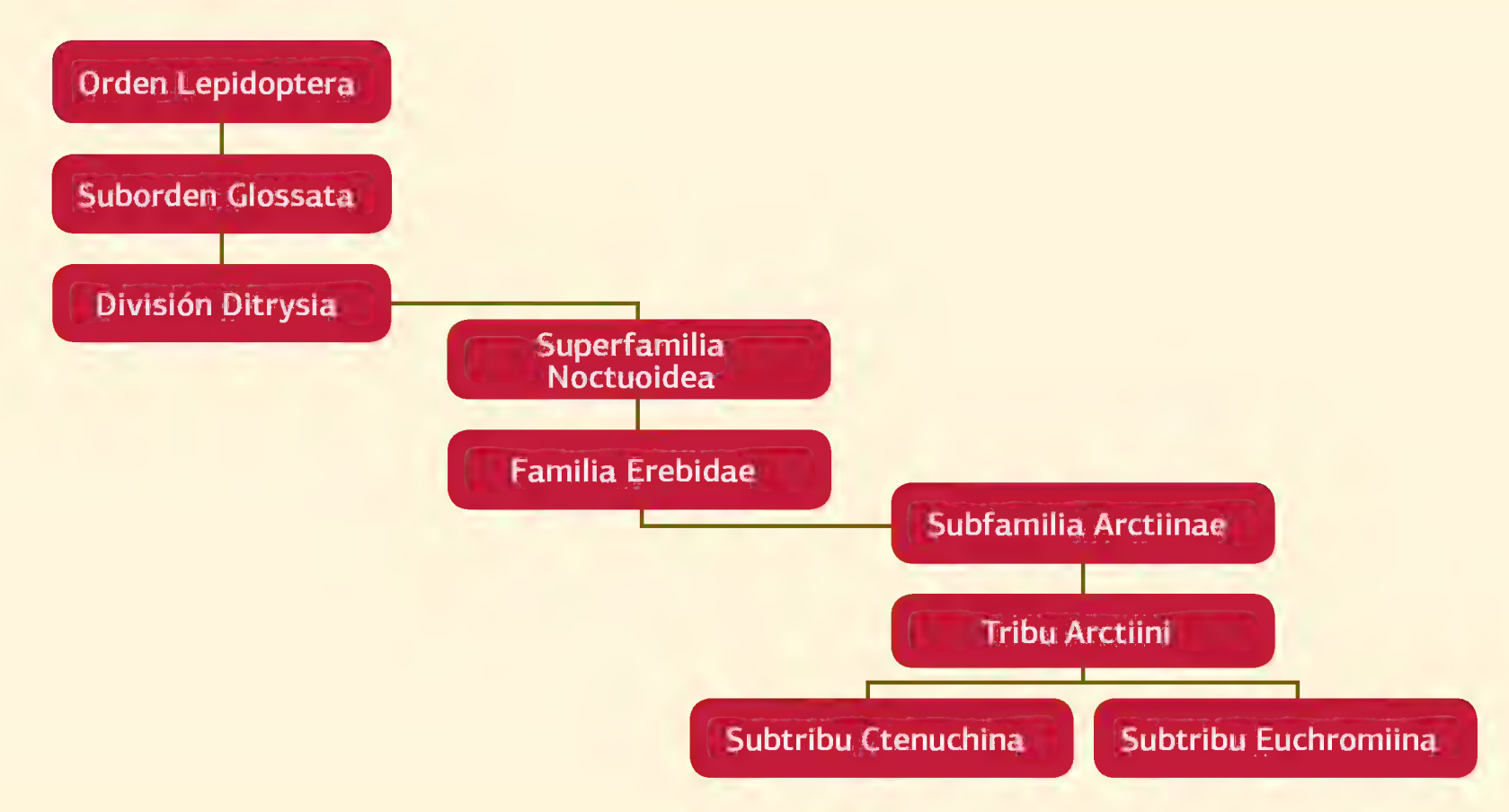


Figura 1. Diagrama de clasificación de las polillas avispa Ctenuchina y Euchromiina.
Fuente: Lafontaine y Fibinger 2006.

Hernández-Baz, F. 2017. Polillas avispa (Lepidoptera: Ctenuchina y Euchromiina). En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 394-398.

pecies a nivel estatal (figuras 2 a 8), las cuales representan 2.9% de las especies de estos grupos registradas a nivel nacional. Por su similitud geográfica, la fauna de polillas avispa del estado se asemeja a las de los estados de Chihuahua, Sonora y Sinaloa.

DISTRIBUCIÓN

Las polillas avispa se distribuyen principalmente en la región neotropical y en menor proporción en la región neártica. Se pueden encontrar en todos los ecosistemas de las cuatro provincias biogeográficas de Durango: Sierra Madre Oriental, Altiplano Norte, Altiplano Sur (zacatecano y potosino) y Costa del Pacífico. Se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 2 500 msnm.

Dentro del territorio duranguense se tienen registradas un total de cuatro localidades en las que ha sido reportada la presencia de este grupo (Chilpancingo, Milpas, Rodeo y Victoria de Durango). Sin embargo, el hecho de que solamente existan 11 registros da una visión poco alentadora sobre la distribución de estas polillas (figura 9).

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Los lepidópteros constituyen una parte fundamental de los ecosistemas naturales y tienen un papel muy activo en estado adulto al polinizar las flores (figura 10). Algunas polillas son consideradas plagas en zonas agrícolas; sin embargo, para el caso de las polillas avispa Ctenuchina y Euchromiina no se cuenta a la fecha con registros precisos sobre sus poblaciones que nos indiquen los daños ocasionados a las áreas boscosas o agrícolas de Durango.

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

La información de la que se dispone no es suficiente para mostrar un resumen de la situación actual de la fauna de polillas avispa en Durango. Tomando en cuenta lo anterior, no se puede precisar a detalle el total de la fauna. Aunque ninguna de las especies de polillas avispa Ctenuchina y Euchromiina se incluye en la NOM-059-SEMARNAT-2010, esto no significa que no se encuentren en riesgo.

PRINCIPALES AMENAZAS

La principal amenaza para este tipo de polillas, así como para otros lepidópteros, es la constante presión que ejerce la actividad humana en los ecosistemas, que se traducen básicamente en contaminación, deforestación para ganadería y destrucción para edificar sistemas urbanos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los lepidópteros son considerados excelentes indicadores biológicos por su alta sensibilidad ante los cambios ambientales, por lo cual, para poder establecer alguna medida de protección y conservación, se debe en primera instancia: a) inventariar la fauna de este grupo, asociado a los diferentes ecosistemas presentes en Durango, y b) monitorear en forma sostenida la fauna para detectar los cambios en su composición.

No se debe perder de vista que de nada sirve establecer medidas de conservación si no se conoce lo que tenemos, ya que no podemos proteger lo que ignoramos.

Figura 2. *Cyanopepla griseldis* (Ctenuchina), ejemplar depositado en la Colección, Clave: SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05.
Foto: *Fernando Hernández Baz.*

Figura 3. *Dinia eagrus* (Ctenuchina), ejemplar depositado en la Colección, Clave: SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05.
Foto: *Fernando Hernández Baz.*

Figura 4. *Horama panthalon texana* (Ctenuchina), ejemplar depositado en la Colección, Clave: SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05.
Foto: *Fernando Hernández Baz.*

Figura 5. *Sciopsyche tropica* (Ctenuchina), ejemplar depositado en la Colección, Clave: SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05.
Foto: *Fernando Hernández Baz.*

Figura 6. *Apeplopoda mecrida* (Euchromiina), ejemplar depositado en la Colección, Clave: SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05.
Foto: *Fernando Hernández-Baz.*

Figura 7. *Psilopleura polia minax* (Euchromiina), ejemplar depositado en la Colección, Clave: SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05.
Foto: *Fernando Hernández Baz.*

Figura 8. Syntomeida melanthus albifasciata (Euchromiina), ejemplar depositado en la Colección, Clave: SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05.
Foto: *Fernando Hernández Baz.*

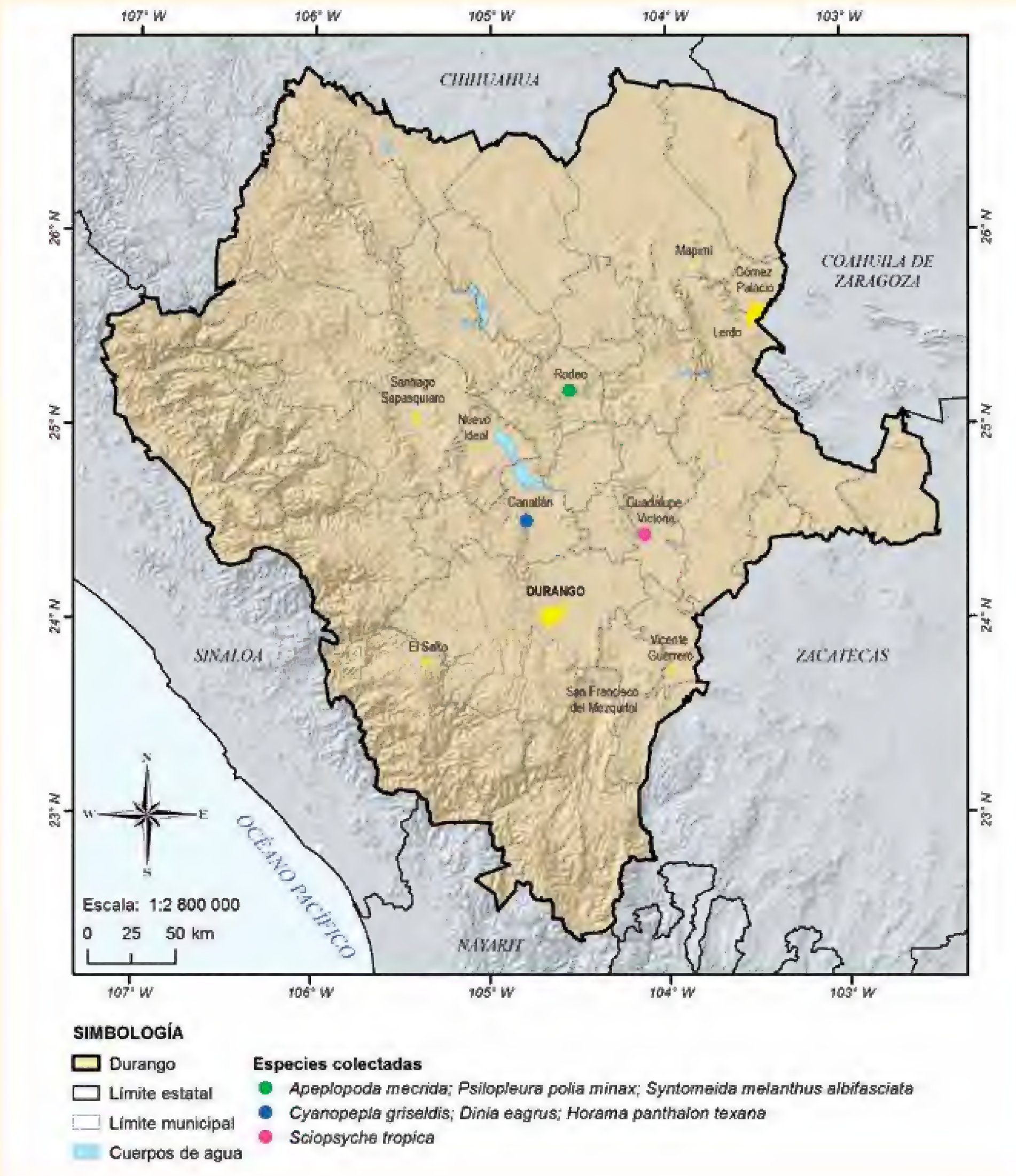


Figura 9. Localidades de colecta de polillas avispa.

Figura 10. *Saurita nigripalpia* libando el néctar de una inflorescencia.
Foto: *Fernando Hernández Baz.*

REFERENCIAS

Heppner, J.B. 1991. Faunal regions and the diversity of lepidoptera. *Tropical Lepidoptera* 2(1): 1-85.

Hernández-Baz, F. 1992. Catálogo de los Ctenuchiidae (Insecta: Lepidoptera: Heterocera) de México. *Boletín Sociedad Mexicana de Lepidopterología* 2:19-47.

—. 2008. Mariposas de la familia Arctiidae de Aguascalientes, México. En: *La biodiversidad de Aguascalientes. Estudio de Estado.* CONABIO/Gobierno del Estado de Aguascalientes/Universidad Autónoma de Aguascalientes, pp. 130-131.

—. 2009. Mariposas Arctiidae. En: *La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado.* G. Ceballos, R. List, G. Garduño *et al.* (comps.). CONABIO/Gobierno del Estado de México, pp. 109-112.

—. 2010. Arctiidae: palomillas nocturnas. En: *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán.* R. Durán y M. Méndez (eds.). CICY/RPD-FMAM/CONABIO/SEDUMA, pp. 245-246.

—. 2011a. Palomillas nocturnas Arctiidae. En: *Riqueza biológica de Quintana Roo.* Un análisis para su conservación, tomo 2. C. Pozo (ed.). CONABIO/ECOSUR/Gobierno del Estado de Quintana Roo, pp. 197-201

—. 2011b. Palomillas tigre (Insecta: Lepidoptera: Arctiidae). En: *La biodiversidad de Veracruz,* vol. II. A. Cruz Angón (coord.) CONABIO/Gobierno del Estado de Veracruz, pp. 677-682.

—. 2012. *Biogeografía y conservación de las polillas avispa de México (Lepidoptera: Erebidae: Arctniidae Ctenuchina y Euchromiina).* Editorial Académica Española, Saarbrücken, Alemania.

Lafontaine, J.D. y M. Fibiger. 2006. Revised higher classification of the Noctuoidea (Lepidoptera). *Canadian Entomologist* 138: 610-635.

Scoble, M.J. 1992. *The lepidoptera form, function and diversity.* The Natural History Museum and Oxford University Press.

Abejas y avispas
(orden Hymenoptera)

Gerardo Pérez Santiago • Isaías Chaírez Hernández • Alejandro Leal Sáenz

DESCRIPCIÓN

Los insectos del orden Hymenoptera son las abejas, avispas, abejorros, hormigas, "jicotes, cuatalatas, arrieras, pipioles, guitarrones, huachichilas"; se caracterizan por presentar un aparato bucal de tipo masticador, frecuentemente modificado como masticador-lamedor. Poseen antenas alargadas, formadas por 10 o más artejos, así como cuatro alas membranosas, las mesotorácicas más grandes que las metatorácicas, con un número moderado o reducido de venas. Las hembras presentan normalmente un aparato ovipositor bien desarrollado, en ocasiones modificado como aguijón (Morrón y Terrón 1988). Las larvas, de aspecto similar a orugas, se alimentan de hojas, semillas, néctar, polen, hongos y tejido acumulado en agallas, o pueden depredar huevos, larvas, pupas y adultos de otros insectos. Los adultos se alimentan principalmente de néctar; algunos pueden ingerir tejidos vegetales, fluidos de hospederos o presas, secreciones azucaradas de otros insectos, saliva de las larvas y material regurgitado por individuos de la misma especie. El tamaño de estos organismos es variable, para el caso de la familia Braconidae varía desde 1 a 30 mm, aunque la mayoría de las especies son más bien pequeñas, generalmente miden menos de 10 mm (Wharton *et al.* 1997).

Algunas especies son solitarias; otras destacan por su actividad social como las abejas y hormigas; también se incluyen en este orden muchas especies que viven como parásitos internos de otros insectos, por lo que constituyen controles biológicos de plagas. Dentro de los tipos de vida social se pueden agrupar en diferentes categorías: eusocial o social, presocial, subsocial, semisocial, parasocial y cuasisocial (Wilson 1971).

Eusocial o social. En esta categoría hay tres tipos de individuos o castas diferenciadas morfológicamente y por comportamiento: los zánganos (machos), las obreras y las reinas (hembras). Los miembros de la sociedad cooperan en el cuidado de la cría, generalmente tienen castas estériles, existe solapamiento de generaciones con longevidad elevada de la casta reproductora y por lo regular las hembras obreras estériles son hijas, no hermanas de la reina.

Presocial. Los miembros presentan cualquier grado de comportamiento social más allá del sexual, pero que no llega a la verdadera sociabilidad.

Subsocial. Los adultos cuidan de sus larvas durante algún periodo de tiempo, no tienen hábitos sociales tan fuertemente desarrollados y están representados por más clases de insectos.

Semisocial. El nido comunal contiene miembros de la misma generación, colaborando en el cuidado de la cría, pero existe división de tareas reproductoras con algunas hembras (reinas) que ponen huevos mientras que sus hermanas actúan de obreras y raramente ponen huevos.

Parasocial. Se les denomina a los estados presociales, en los que los miembros de la misma generación interactúan entre sí.

Cuasisocial, donde los miembros de la misma generación usan el mismo nido y la prole es atendida de forma cooperativa, pero cada hembra aún pone huevos en algún momento de su vida.

DIVERSIDAD

El orden Hymenoptera es uno de los cuatro grupos de mayor diversidad en el mundo, puesto que incluye alrededor de 300 000 especies. La fauna mundial de Apocrita (suborden de himenópteros, que incluye avispas, abejas y hormigas, se considera que son las formas más avanzadas de los himenópteros, caracterizados por la presencia de una estrecha cintura que separa los dos primeros segmentos del abdomen, el primero de los cuales está fusionado al tórax) se estima en 109 833 especies (LaSalle y Gauld 1993). En Norteamérica, se conocen

Pérez-Santiago, G., I. Chaírez Hernández y A. Leal-Sáenz. 2017. Abejas y avispas (orden Hymenoptera). En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO,. México, pp. 399-405.

poco más de 18 000 especies (Goulet y Huber 1993). De acuerdo a la revisión efectuada en el presente capítulo, de 32 publicaciones, se señala la presencia de 21 familias, 83 géneros y 293 especies en Durango (cuadro 1 y apéndice 17). Sin embargo, se estima que el número de familias en el estado puede incrementarse a 30, con el consecuente aumento en número de géneros y especies (Pérez-Santiago *et al.* 2012a y 2012b).

A diferencia de otros grupos de organismos, la diversidad de abejas es mayor en zonas áridas o semiáridas del mundo que en zonas tropicales húmedas (Michener 1979), sitios que son frecuentes en Durango y de donde se han realizado pocas colectas, por lo que el número de especies puede incrementarse considerablemente. La familia Cynipidae presenta el mayor número de especies (103), estos insectos se caracterizan por ser formadores de agallas sobre especies de encinos; el segundo lugar en importancia corresponde a la familia Formicidae con 58 especies de hormigas; en tercer lugar se ubica la familia Sphecidae con la presencia de 39 especies. Es de llamar la atención que tan solo el género *Cerceris* incluye la presencia de 36 especies de insectos; los hábitos de estos insectos son no sociales, se describen como solitarias o depredadoras y se caracterizan por cazar individualmente insectos o arañas para el aprovisionamiento de sus nidos (O´Neill 2001); el cuarto lugar corresponde a la familia Braconidae, con la presencia de 29 especies. Es importante mencionar que el último conteo de diversidad mundial de esta familia arrojó un total de 19 434 especies válidas, aunque este número representa por lo menos una cuarta parte de su riqueza de especies (Jones *et al.* 2009).

DISTRIBUCIÓN

Es posible encontrar insectos himenópteros en una amplia gama de hábitats terrestres y en todas las latitudes, excepto en la Antártida. En Durango los podemos encontrar en las diversas regiones fisiográficas, en diferentes hábitats y tipos de vegetación propuestos por Rzedowski (1978). Como ejemplo se pueden mencionar algunas especies que parasitan de manera natural especies plagas en agricultura (figura 1), o son insectos polinizadores de frutales de las familias Apidae y Anthophoridae, en la región de Canatlán, o también se pueden encontrar en vegetación natural en la región de los llanos, sobre matorrales xerófilos (figuras 2, 3 y 4).

Los miembros de la familia Braconidae habitan en diversos ecosistemas terrestres, aunque son particularmente diversos en los trópicos, siendo casi todas sus especies parasitoides (que matan invariablemente a su hospedador) de larvas de otros insectos, principalmente herbívoros (Quicke 1997); para Durango representan el cuarto lugar en diversidad. No obstante, en las últimas décadas se ha descubierto que existen algunas especies fitófagas, varias de ellas formadoras de agallas (Wharton y Hanson 2005).

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Los insectos himenópteros, además de polinizadores de cultivos agrícolas y de la vegetación natural, actúan como reguladores naturales de ciertas especies plaga de cultivos agrícolas, de modo que forman parte de una línea estratégica de insectos entomófagos. Esta disciplina se encarga de la generación, adopción y validación de tecnología en el uso y reproducción de insectos entomófagos, así como la implementación, capacitación, divulgación y transferencia de tecnología de programas de parasitoides y depredadores como agentes de control biológico de plagas agrícolas de prioridad para la Dirección General de Sanidad Vegetal (SAGARPA 2013). Actualmente, se llevan a cabo trabajos de generación y validación de tecnología con especies de insectos entomófagos de diversas especies plaga en ciertos lugares específicos del país o en el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de la Dirección General de Sanidad Vegetal de la SAGARPA. Los insectos parasitoides, como la familia Braconidae, son los enemigos naturales más utilizados en el control biológico aplicado y juegan un papel fundamental como reguladores naturales. De acuerdo a trabajos de revisión bibliográfica, se ha documentado que en proyectos de control biológico, entre parasitoides y depredadores las especies del orden Hymenoptera representan 84% (Clausen 1940).

En gran medida, el uso preferencial de parasitoides sobre depredadores se debe a un mayor nivel de especialización de los primeros, es decir, mientras los insectos depredadores se alimentan generalmente de muchas especies de presas, los parasitoides sólo son capaces de consumir a uno, o establecerse en unos cuantos hospederos. En este sentido, la dinámica poblacional de los insectos, en particular las plagas, generalmente está más ligada a la de los insectos parasitoides. En consecuencia, los parasitoides son identificados con mayor frecuencia como los principales responsables de la regulación de poblaciones de insectos (Badii *et al.* 2000).

Cuadro 1. Relación de familias, géneros y número de especies de Hymenoptera del estado

Familia	Género	Número de especies
Aphelinidae	*Aphytis*	2
	Coccophagus	1
Apidae	*Apis*	1
	Bombus	7
	Xylocopa	1
Braconidae	*Agathirsia*	2
	Blacus	7
	Chelonus	6
	Cotesia	1
	Cremnops	7
	Homolobus	4
	Vipio	2
Chalcididae	*Chalcis*	2
	Haltichella	2
Colletidae	*Caupolicana*	1
	Colletes	2
	Hylaeus	2
Crabronidae	*Astata*	1
	Clitemnestra	1
Cynipidae	*Acraspis*	4
	Amphibolips	8
	Andricus	21
	Antron	18
	Atrusca	28
	Biorhiza	9
	Callirhytis	2
	Cynipis	3
	Disholcaspis	6
	Neuroterus	4
Encyrtidae	*Acerophagus*	1
	Anagyrus	1
	Copidosomopsis	1
	Psyllaephagus	1
Formicidae	*Acromyrmex*	1
	Aphaenogaster	2
	Atta	1
	Brachymyrmex	1
	Camponotus	5
	Crematogaster	1
	Cyphomyrmex	1
	Dorymyrmex	1
	Forelius	3
	Formica	1
	Liometopum	1
	Monomorium	1
	Myrmecocystus	5
	Neivamyrmex	8
	Nylanderia	1
	Pheidole	9
	Pogonomyrmex	8
	Pseudomyrmex	2
	Solenopsis	3
	Temnothorax	1
	Tetramorium	1
	Trachymyrmex	1
Halictidae	*Augochloropsis*	1
	Lasioglossum	7

Cuadro 1. Continuación

Familia	Género	Número de especies
Ichneumonidae	*Campoletis*	1
	Compsocryptus	1
	Cryptus	1
	Exetastes	3
	Hyposoter	1
	Netelia	1
	Ophion	2
Megachilidae	*Osmia*	1
Mutillidae	*Acanthophotopsis*	2
Oxaeidae	*Protoxaea*	1
Pompilidae	*Anoplius*	1
	Poecilopompilus	1
Scelionidae	*Telenomus*	1
Sphecidae	*Cerceris*	36
	Oxybelus	3
Tenthredinidae	*Ametastegia*	1
	Empria	1
	Eriocampidea	1
Torymidae	*Megastigmus*	1
Trichogrammatidae	*Paracentrobia*	1
	Trichogramma	2
	Tumidiclava	1
	Ufens	1
	Zagella	1
Vespidae	*Pachodynerus*	1
	Vespula	1
Total: 21	**83**	**293**

Fuente: Michelbacher 1962, Scullen 1972, Hurd, y Gorton-Linsley 1976, Burks 1977, Smith 1979, Smith y Lawton 1980, Wasbauer y Kimsey 1985, McGinley 1986, Bohart 1992, Cibrián-Tovar *et al.* 1995, González Hernández 1998, Abrahamovich *et al.* 2004, Ayala y Griswold 2005, García *et al.* 2005, Genaro 2006, Trjapitzin *et al.* 2008, IBUNAM 2009a, 2009b, 2009c, 2009d y 2009e, López-Martínez *et al.* 2009, Pujade-Villar *et al.* 2009, Tanner *et al.* 2009, Ávila-Rodríguez *et al.* 2010, Avila-Rodriguez 2010, Myartseva *et al.* 2010, Ruíz *et al.* 2010, Myartseva y Ruíz-Cancino 2011, Vásquez-Bolaños 2011, Colección Entomológica del CIIDIR Unidad Durango 2012, Khalaim y Ruiz-Cancino 2012.

LOS HIMENÓPTEROS COMO INSECTOS POLINIZADORES

Entre los polinizadores más importantes están las abejas melíferas, que son una especie introducida de Europa, en particular *Apis mellifera.* Las abejas son de gran importancia como polinizadores de plantas cultivadas y algunos cultivos presentes en el estado, en particular para la región productora de manzana en la zona de Canatlán. De acuerdo con Pérez-Santiago (1992), existe una superficie de 13 000 ha dedicadas al cultivo de este frutal, las cuales dependen de las abejas para producir frutos de buena calidad, y se detectó un déficit de colmenas para atender la demanda requerida por el cultivo. Recientemente, la producción de tomate en invernadero en Durango ha requerido del servicio de polinización utilizando abejorros importados de Canadá y Estados Unidos. Esto puede ser una oportunidad, mediante el empleo de abejorros nativos en los invernaderos de la entidad.

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

Las especies reportadas para el estado no se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT 2010) y el *Libro rojo* de la UICN (2013). Sin embargo, es importante resaltar que no hay suficientes estudios acerca de poblaciones de insectos himenópteros en peligro de extinción o información de sus abundancias y diversidad para su conservación; por el contrario, hay carencia de información. Como ejemplo se cita que desde 1900 hasta 1936, los cinipinos (familia Cynipidae) registrados en México escasamente superaban la veintena de especies. Estudios posteriores

Figura 1. Insecto de la familia Ichneumonidae. Espécimen colectado en cultivos agrícolas en Vicente Guerrero y depositado en la Colección de Entomología del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
Foto: *Gerardo Hinojosa Ontiveros.*

Figura 2 Insecto polinizador *Apis mellifera* colectado en Canatlán, Durango, y depositado en la Colección de Entomología del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
Foto: *Gerardo Hinojosa Ontiveros.*

Figura 3. Insecto de la familia Anthophoridae colectado en Vicente Guerrero, Durango, y depositado en la Colección de Entomología del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
Foto: *Gerardo Hinojosa Ontiveros.*

Figura 4. Insecto polinizador *Augochloropsis metallica* colectado en Mezquital, Durango, en vegetación xerófila; espécimen depositado en la Colección de Entomología del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.
Foto: *Gerardo Hinojosa Ontiveros.*

de Kinsey (1936, 1937a, 1937b, 1938) muestran que a partir de diversas expediciones biológicas a este país y América Central (1931-1932 y 1935-1936) aumentó considerablemente el conocimiento de las especies mexicanas. Kinsey, el autor que más ha trabajado en los cinipinos de México, describió en pocos años más de 130 especies, de las 160 reportadas para el país. Sin embargo, su último estudio fue publicado en 1938, por lo que se carece de estudios posteriores.

OPORTUNIDADES O ACCIONES DE CONSERVACIÓN

Como se mencionó en los apartados anteriores, el uso de especies nativas como insectos polinizadores (abejorros para la producción de tomate en invernaderos), así como de insectos parasitoides (para el control biológico de plagas agrícolas) es una oportunidad en cuanto a líneas de investigación que traerá beneficios económicos los cuales no debe desaprovechar la entidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se registraron 21 familias, con la presencia de 83 géneros y 293 especies en la presente revisión. Al igual que con los lepidópteros, aún falta mucho trabajo por hacer debido a que se desconocen las especies presentes en los ecosistemas bosque tropical seco y matorral xerófilo. Se requiere promover e incluir en el diseño de las políticas públicas en el estado y en los programas de manejo de los recursos naturales, la tarea de la investigación para el conocimiento de la biodiversidad tanto en las áreas naturales protegidas como en los diferentes tipos de vegetación presentes en la entidad.

Este grupo de insectos, representan un potencial como agentes de control biológico para plagas de recursos de importancia para las sociedades humanas.

REFERENCIAS

Abrahamovich A.H., N.B. Díaz y J.J. Morrone. 2004. Distributional patterns of the Neotropical and Andean species of the genus *Bombus* (Hymenoptera: Apidae). *Acta Zoológica Mexicana* 20(001): 99-117.

Avila-Rodriguez, V. 2010. *Determinación y caracterización molecular de géneros de Trichogrammatidae y especies de Burksiella y Zagella, en México.* Tesis de doctorado en Ciencias Biológicas con especialidad en Entomología. Nuevo León, Mexico.

Ávila-Rodríguez V., A. González-Hernández, O.G. Alvarado-Gómez *et al.* 2010. Géneros de Trichogrammatidae en México asociados a cultivos agrícolas y áreas naturales aledañas. *Southwestern Entomologist* 35(2): 177-191.

Ayala, R. y T. Griswold. 2005. Nueva especie de abeja del género *Osmia* (Hymenoptera: Megachilidae) de México. *Folia Entomológica Mexicana* 44 (supl. 1): 139-145.

Badii, M.H., A.E. Flores, H. Bravo *et al.* 2000. Diversidad, estabilidad y desarrollo sostenible. En: *Fundamentos y perspectivas del control biológico.* M.H. Badii, A.E. Flores y L.J. Galán W. (eds.). Universidad Autónoma de Nuevo León. México, pp. 378-402.

Bohart, R.M. 1992. A synopsis of Central American and Caribbean *Oxybelus* (Hymenoptera, Sphecidae). *Insecta Mundi.* 7 (3): 158-168.

Burks, B.D. 1977. The Mexican species of Chalcis Fabricius (Hymenoptera: Chalcididae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 79(3): 383-399

Clausen, C.P. 1940. *Entomophagus insects.* 1ª. ed. McGraw Hill. Nueva York.

Cibrián-Tovar, D., J.T. Mendez-Montiel, B.C. Bolaños *et al.* 1995. *Forest insects of Mexico.* Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Colección Entomológica del CIIDIR Unidad Durango (Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional) del Instituto Politécnico Nacional. Última actualización: febrero de 2012.

García, G.F., A. González H. y M.P. España L. 2005. Especies de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) presentes en centros reproductores de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 21 (003): 125-135.

Genaro, J.A. 2006. Checklist and distribution patterns of apoid wasps (Hymenoptera: Apoidea: Sphecidae and Crabronidae) of Cuba. *Zootaxa.* 1171: 47- 68.

González Hernández, A. 1998. Inventario de Hymenóptera; parasítica en México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. P021. México.

Goulet, H. y J.T. Huber. 1993. Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Research Branch Agriculture Canada Publication 1894/E.

Hurd, P.D. y E. Gorton-Linsley. 1976. The bee family Oxaeidae with a revision of the North American Species (Hymenoptera. Apoidea). *Smithsonia contributions to zoology.* 220.

IBUNAM. Instituto de Biología. 2009a. *Caupolicana yarrowi* Cresson, 1878. En: <*http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:CNIN:HYMCH305136*>, última consulta: 29 de junio de 2012.

—. 2009b. *Colletes wickhami* Timberlake, 1943. En: <*http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:CNIN:HYMCH306211*>, última consulta: 29 de junio de 2012.

—. 2009c. *Colletes wootoni* Cockerell, 1897. En: <*http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:CNIN:HYMCH306417*>, última consulta: 29 de junio de 2012.

—. 2009d. *Hylaeus asininus* Cockerell & Casad, 1895. En: <*http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:CNIN:HYMCH312761*>, última consulta: 29 de junio de 2012.

—. 2009e. *Hylaeus episcopalis coquilletti* Cockerell, 1896. En: <*http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:CNIN:HYMCH312870*>, última consulta: 29 de junio de 2012.

Jones, W.R., A. Purvis, E. Baumgart y D.L.J. Quicke. 2009. Using taxonomic revision data to estimate the geographic and taxonomic distribution of undescribed species richness in the Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). *Insect Conservation and Diversity* 2(3): 204-212.

Khalaim, A.I. y E. Ruiz-Cancino. 2012. Mexican species of *Exetastes* (Hymenoptera: Ichneumonidae: Banchinae), with description of three new species. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 370-379.

Kinsey, A.C. 1936. The origin of higher categories in Cynips. *Indiana University Publicaction Science Series 4.* Entomological Series 10: 1-334.

—. 1937a. New Mexican gall wasps (Hymenoptera, Cynipidae). *Revista de Entomología* 7: 39-79.

—. 1937b. New Mexican gall wasps (Hymenoptera, Cynipidae). *Revista de Entomología* 7: 428-471.

—. 1938. New Mexican gall wasps (Hymenoptera, Cynipidae) IV. *Proc Indian Acad Sci Anim Sci* 47: 261-280.

LaSalle, J. y I.D. Gauld, 1993. Hymenoptera: their diversity and their impact on the diversity of other organisms. En: *Hymenoptera and Biodiversity.* J. LaSalle, e I. D. Gauld (ed.) CAB International, Wallingford UK, pp. 1-27.

López-Martínez V., M. Saavedra-Aguilar, H. Delfín-González *et al.* 2009. Systematics, morphology and physiology. New neotropical distribution records of Braconid wasps (Hymenoptera: Braconidae). *Neotropical Entomology* 38(2): 213-218.

McGinley, R.J. 1986. Studies of Halictinae (Apoidea: Halictidae), I: Revision of New World Lasioglossum Curtis. *Smithsonian Contributions to Zoology* 429: 294.

Michelbacher, A.E. 1962. Collector de *Astata unicolor.* Essig Museum of Entomology. En: <*https://essigdb.berkeley.edu/query_specimens.html*>, última consulta: 14 de marzo de 2014.

Michener, C.D. 1979. Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66(3): 277-347.

Morrón, M.A. y R.A. Terrón. 1988. *Entomología práctica.* Instituto de Ecología, México.

Myartseva S.N. y E. Ruiz-Cancino. 2011. Parasitoides (Hymenoptera: Chalcidoidea) de *Coccus* (Hemiptera: Coccidae) asociados a *Citrus* en México. *Dugesiana* 18(1): 65-72.

Myartseva S.N., E. Ruiz-Cancino y J.M. Coronado-Blanco. 2010. El género *Aphytis* Howard (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae) en México, clave de especies y descripción de una especie nueva. *Dugesiana* 17(1): 81-94.

O´Neill, K.M. 2001. *Solitary wasps: behavior and natural history.* Cornell University Press Ithaca. Nueva York.

Pérez-Santiago, G. 1992. *Desarrollo de la apicultura y posible impacto de la abeja africana en el estado de Durango.* Tesis de licenciatura en Biología. ENCB-IPN.

Pérez-Santiago, G., I. Chairez H., M.P. González C. y A. Leal-Sáenz. 2012a. Primer inventario de insectos Diptera e Hymenoptera del matorral subtropical del Mezquital, Durango. Memoria de la 24 Semana Internacional de la Agronomía, Universidad Juárez del estado de Durango, Venecia, Durango, pp. 1306-1312.

Pérez-Santiago, G., I. Chairez H. y A. Leal-Sáenz. 2012b. Diversidad de insectos Hymenoptera en tres localidades del estado de Durango. Primer Congreso Internacional de la Red de Medio Ambiente del IPN. Santiago de Querétaro, Querétaro.

Pujade-Villar, J., A. Equihua-Martínez, E.G. Estrada-Venegas y C. Chagoyán-García. 2009. Estado del conocimiento de los Cynipini (Hymenoptera: Cynipidae) en México: perspectivas de estudio. *Neotropical Entomology* 38(6): 809-821.

Quicke, D.L.J. 1997. *Parasitic wasps.* Kluwer Academic Publishers. Nueva York.

Ruiz C.E., D.R. Kasparyan, J.M. Coronado B., S.N. Myartseva, V.A. Trjapitzin *et al.* 2010. Himenópteros de la reserva El Cielo, Tamaulipas, México. *Dugesiana* 17(1): 53-71.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México.* Ed. Limusa. México.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2013. Insectos entomófagos. En: <*http://senasica.gob.mx/?id=5227*>, última consulta: 13 de septiembre de 2013.

Scullen, H.A. 1972. Review of the Genus *Cerceris* Latreille in Mexico and Central America (Hymenoptera: Sphecidae). En: *Smithsonian Contributions to Zoology.* No 110.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Smith, D.R. 1979. Nearctic sawfues IV. Allantinae: adults and larvae (Hymenoptera: Tenthredinidae). United States Department of Agriculture. *Technical Bulletin* Number 1595. Prepared by science and education administration.

Smith D.R. y J.H. Lawton. 1980. Review of the sawfly genus *Eriocampidea* (Hymenoptera, Tenthredinidae). *Proceedings of The Entomological Society of Washington* 82(3): 447-453.

Tanner, D.A., N.F. Boehme y J.P. Pitts. 2009. Review of *Acanthophotopsis* Schuster (Hymenoptera: Mutillidae). *Journal of Hymenoptera Research:Festschrift Honoring Roy Snelling* 18 (2): 192-204.

Trjapitzin V.A., S.N. Myartseva, E. Ruiz-Cancino y J.M. Coronado-Blanco. 2008. Clave de géneros de Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de México y un catálogo de las especies. Serie Avispas parasíticas de plagas y otros insectos. UAT. Ciudad Victoria.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2013. Red List of threatened species. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 1 de abril de 2014.

Vásquez-Bolaños, M. 2011. Lista de especies de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) para México. *Dugesiana* 18(1): 95-133.

Wharton, R.A. y P.E. Hanson. 2005. Biology and evolution of braconid gall wasps (Hymenoptera). A. Raman, C.W. Schaefer, T.M. Withers (eds.). En: *Biology, ecology and evolution of gall-inducing arthropods.* Science Publishers, Inc. Enfield, pp. 495-505.

Wharton, R.A., P.M. Marsh y M. Sharkey. 1997. Manual to the New World Genera of the Family Braconidae (Hymenoptera). Special Publication of the International Society of Hymenopterists.

Wasbauer, M.S. y L.S. Kimsey. 1985. California Spider Wasps of the Subfamily Pompilinae (Hymenoptera: Pompilidae). *Bulletin of the California insect survey.* Vol. 26. University of California Press.

Wilson, E.O. 1971. *The Insect Societies.* Harvard University Press.

Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de una comunidad de matorral xerófilo del municipio de Nombre de Dios

María Pioquinta González Castillo • Gerardo Antonio Hinojosa Ontiveros

INTRODUCCIÓN

Las hormigas o formícidos son un componente importante en las zonas áridas y semiáridas por su alta riqueza de especies (Polis 1991), por las interacciones biológicas que establecen con otros organismos y la remoción y consumo de semillas (Hölldobler y Wilson 1990). Con la finalidad de conocer las hormigas de una comunidad de matorral xerófilo del municipio de Nombre de Dios, Durango, se realizaron diversas colectas de estos insectos a través de trampas amarillas y método directo durante los años 2009 y 2010. El matorral xerófilo es una comunidad vegetal que se encuentra a elevaciones de 1 800 y 1 930 msnm, con precipitaciones pluviales entre 200 y 400 mm anuales y una temperatura promedio anual de 16.9 °C; las especies vegetales que predominan son: huizache (*Acacia* spp.), mezquite (*Prosopis* spp.), sotol (*Dasylirium* spp.), palma (*Yucca* spp.), maguey mezcalero (*Agave durangensis*), garambullo (*Condalia* spp.) y nopal (*Opuntia* spp.), principalmente.

DIVERSIDAD

Todas las especies de hormigas se agrupan en el orden Hymenoptera, en la familia Formicidae, ubicada dentro de la superfamilia Vespoidea (Rojas 2001). En el mundo la familia consta de 21 subfamilias, más de 300 géneros y 12 762 especies, a excepción de Cerapachynae. Casi todas son monofiléticas, es decir, todas las subfamilias provienen de un ancestro común, por lo que se excluyen mutuamente (Agosti y Johnson 2005, Ward 2007, Rabeling *et al.* 2008).

Recientemente, a nivel nacional se describen 11 subfamilias, 86 géneros y 884 especies (Vásquez-Bolaños 2011). En Durango existe poca información sobre la diversidad de hormigas, sólo se tiene conocimiento del trabajo realizado por Rojas y Fragoso (2000) en la Reserva de Mapimí; el de Alatorre-Bracamontes y Vásquez-Bolaños (2010), quienes mencionan a las especies de varios estados del norte del país, incluyendo Durango, y el de Vásquez-Bolaños (2011), quien en su lista de hormigas de México menciona 23 géneros y 58 especies para la entidad.

Sin embargo, para este trabajo fueron identificadas 18 especies, pertenecientes a 10 tribus, 14 géneros y cuatro subfamilias (cuadro 1), en donde la subfamilia Myrmicinae fue la más diversa en cuanto a especies, seguida de Dolichoderinae; le siguen Formicinae, mientras que Pseudomyrmicinae fue la subfamilia con la menor diversidad de especies. La especie *Liometopum* spp. fue la más abundante (58%); le sigue en orden de importancia *Pheidole* spp. (15%), *Dorymyrmex* spp. (13%), *Forelius* spp. (5%), y el resto de especies fueron las menos abundantes por debajo de 5%. Cabe hacer mención de que la mayoría de las especies aún se encuentran en proceso de determinación taxonómica, y a pesar de que presentan ciertas características morfológicas (tamaño, color), en el estado sólo se conocen como hormigas rojas y arrieras.

DISTRIBUCIÓN

Las hormigas son uno de los grupos más ricos en especies y más ampliamente distribuidos en el mundo. Se encuentran desde el nivel del mar hasta los 4 000 msnm, siendo más abundantes entre los 800 y 1 400 msnm. Se han adaptado a los ambientes áridos, templados y tropicales (Hölldobler y Wilson 1990, Vásquez-Bolaños 1998).

México se encuentra entre la confluencia de las regiones Neártica y Neotropical, por lo que presenta una gran diversidad de hormigas (Mackay y Mackay 1989, Vásquez-Bolaños 1998). En Durango se les ha observado en los diversos tipos de vegetación como pastizal, bosque de coníferas, matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio y en agroecosistemas.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y ECONÓMICA

Las hormigas son organismos importantes en los ecosistemas terrestres por las diversas funciones que realizan,

González-Castillo, M.P. y G.A. Hinojosa-Ontiveros. 2017. Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de una comunidad de matorral xerófilo del municipio de Nombre de Dios. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 406-409.

Cuadro 1. Subfamilias, géneros y especies de las hormigas observadas en una comunidad de matorral xerófilo del municipio de Nombre de Dios

Subfamilia	Tribu*	Género	Especie	Autoridad
Myrmecinae	Pheidolini	*Pheidole*	spp.	Eguchi 2001
	Solenopsidini	*Carebara*	spp.	Westwood 1840
		Monomorium	spp.	Mayr 1855
	Attini	*Atta*	aff. *texana*	Burckley 1860
	Crematogastrini	*Crematogaster*	spp.	Lund 1831
	Myrmecinini	*Pogonomyrmex*	spp.	Mayr 1868
Formicinae	Camponotini	*Camponotus*	sp. 1	Mayr 1861
		Camponotus	sp. 2	Mayr 1861
	Lasini	*Myrmecocystus*	aff. *mendax*	Wheeler W.M. 1908
	Plagiolepidini	*Brachymyrmex*	*depilis*	Emery 1893
Dolichoderinae	Dolichoderini	*Liometopum*	spp.	Mayr 1861
		Forelius	sp. 1	Emery 1888
		Forelius	sp. 2	Emery 1888
		Forelius	sp. 3	Emery 1888
		Linepithema	spp.	Mayr 1866
		Dorymyrmex	spp.	Mayr 1866
Pseudomyrmecinae	Pseudomyrmecini	*Pseudomyrmex*	*pallidus*	Smith 1855
		Pseudomyrmex	sp. 2	Lund 1831
Total: 4	**10**	**14**	**18**	

*De acuerdo a la clasificación de Vasquez-Bolaños 2011.
Fuente: elaboración propia mediante trabajo de campo.

Figura 1. *Liometopum* spp. con pseudococcidos sobre *Agave durangensis*.
Foto: *Gerardo Hinojosa Ontiveros.*

como modificar el ambiente a través de la fijación de elementos como el nitrógeno (N) y el fosforo (P), que obtienen de animales muertos y que son escasos para las plantas del desierto, por lo que la actividad detritívora y carroñera, junto con la construcción de nidos, pueden modificar las condiciones del suelo promoviendo el crecimiento de las plantas (Bestelmeyer y Wiens 2003). Son consumidoras y dispersoras de semillas, herbívoras, fungívoras y depredadoras incluso de otras hormigas (Schultz y Mcglynn 2000), características que aunadas a la variación temporal que exhiben sus especies, las señala como elementos clave en la mayoría de los ecosistemas terrestres (Alonso y Agosti 2000, Kaspari *et al.* 2000). En este estudio de caso se percibió una relación de *Liometopum* spp. con los pseudococcidos[1] del *Agave durangensis*, ya que se observó a la hormiga alimentándose de las excreciones azucaradas de los pseudococcidos (figura 1).

1 Los pseudococcidos son insectos con escamas, conocidos como cochinillas de la harina, que secretan una capa de cera polvorienta y se alimentan de diversos tipos de plantas como agave y nopal, entre otras.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados muestran una mínima parte de la diversidad de hormigas que existen en Durango, que corresponden al 31% de lo que menciona Vásquez-Bolaños (2011). Las especies *Myrmecocystus* aff. *mendax* y *Atta* aff. *texana* no se mencionan en el trabajo de Vásquez-Bolaños (2011), por lo que el listado de hormigas del estado que se presenta en dicha investigación aumenta de 58 a 60 especies.

A pesar de su importancia, el conocimiento de estos insectos se encuentra aún incompleto en la entidad, ya que en ciertos cultivos agrícolas como el frijol, maíz y huertos de manzano existen nidos de hormigas y se carece de información sobre la densidad de nidos; en pastizales se requiere de información sobre la distribución y abundancia, ya que al modificarse los ambientes se puede alterar la abundancia y composición de especies, lo que podría ser una amenaza para ciertas especies nativas. Se requiere hacer investigación en las áreas naturales protegidas del estado como la reserva de Mapimí y la Michilía, por lo tanto, hay necesidad de realizar trabajos en donde se combinen distintos métodos de colecta como trampas de sebos, trampas Pitfall, tamizado de suelo y hojarasca, entre otros, en ciclos anuales con la finalidad de aumentar el número de especies y determi-

nar especies endémicas y los requerimientos de protección de especies nativas de la región.

AGRADECIMIENTOS

A la COFAA-IPN por su apoyo en becas. Al Sistema SAPPI-IPN por el apoyo financiero para la elaboración de los proyectos 20113567, 20120473 y 20131840. A la Dra. Gabriela Castaño Meneses de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, por la determinación taxonómica de hormigas.

REFERENCIAS

Agosti, D. y N.F. Johnson. 2005. Antbase. En: < *http://www.antbase.net/*>, última consulta: 1 de septiembre de 2013.

Alatorre-Bracamontes, C.E. y M. Vásquez-Bolaños. 2010. Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del norte de México. *Dugesiana* 17: 9-36.

Alonso, L. E. y D. Agosti. 2000. Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. En: *Ants. Standard methods for measuring and monitoring biodiversity.* D. Agosti, J.D. Majer, L.E. Alonso y T.R. Schultz (eds.) Smithsonian Institution Press. Washington y Londres, pp. 1-8.

Bestelmeyer, B.T. y J.A. Wiens. 2003. Scavenging ant foraging behavior and variation in the scale of nutrient redistribution among semi-arid grasslands. *Journal of Arid Environments* 53: 373-386.

Holldobler, B. y E.O. Wilson. 1990. *The ants.* The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.

Kaspari, M., S. O´Donnell y J.R. Kercher. 2000. Energy, density, and constraints to species richness: ant assemblages along a productivity gradient. *The American Naturalist* 155: 280-293.

Mackay, W.P. y E. Mackay. 1989. Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). En: Memoria del II Simposio Nacional de Insectos Sociales. Sociedad Mexicana de Entomología, Oaxtepec, pp. 1-82.

Polis, G.A. 1991. Desert communities: an overview of patterns and processes. En: *The ecology of desert communities.* G.A. Polis (ed.). The University of Arizona Press, Tucson, pp. 1-26.

Rabeling C., J.M. Brown y M. Varhaagh. 2008. Newly discovered sister lineage sheds light on early ant evolution. *PNAS* 105(39): 14913-14917.

Rojas, P. 2001. Las hormigas del suelo en México: diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 1: 189-238.

Rojas, P. y C. Fragoso. 2000. Composition, diversity and distribution of a Chihuahuan Desert ant community (Mapimí, México). *Journal of Arid Environments* 44(2): 213-227.

Schultz, T.R. y T.P. McGlynn. 2000. The interactions of ants whit other organisms. En: *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity.* D. Agosti, J.D. Majer, L.E. Alonso y T.R. Schultz (eds.) Smithsonian Institution Press. Washington y Londres, pp 35-44.

Vásquez-Bolaños, M. 1998. *Hormigas (Hymenoptera: Fomicidae) colectadas en necrotrampas, en tres localidades de Jalisco, México.* Tesis, División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de Guadalajara, Zapopan.

—. 2011. Lista de especies de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) para México. *Dugesiana* 18(1): 95-133.

Ward, S.P. 2007. Phylogeny classification and species-level taxonomy of ants (Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa* 1668:549-563.

Peces

Héctor Salvador Espinosa Pérez • Christian Lambarri Martínez • Leticia Huidobro Campos

INTRODUCCIÓN

El término "peces" suele referirse a los peces óseos (Actinopterigios), con aletas lobuladas (Sarcopterigios) y pulmonados (Dipnoi); aunque también suelen incluirse los peces sin mandíbula (Agnatos) y los tiburones, rayas y quimeras (Condrictios). A pesar de que el término no tiene validez taxonómica, su uso resulta conveniente para describir a los vertebrados estudiados por la ictiología.

DIVERSIDAD

Los peces constituyen más de la mitad de las 57 711 especies descritas de vertebrados vivos en el planeta. De las 515 familias de peces que existen en el mundo, las cinco mayores son Cyprinidae, Gobiidae, Cichlidae, Characidae y Loricariidae, con especies mayoritariamente dulceacuícolas (Nelson *et al.* 2004). La fauna íctica de México es el grupo más numeroso de vertebrados en el país, con más de 2 700 especies, de las cuales poco más de 500 son dulceacuícolas, tanto de origen sudamericano (neotropical) como norteamericano (neártico). Las familias con el mayor número de especies endémicas en el país son Petromyzontidae, Clupeidae, Cyprinidae, Cichlidae, Cyprinodontidae, Goodeidae, Atherinopsidae y Poeciliidae (Espinosa-Pérez *et al.* 2009).

Existen pocas publicaciones acerca de la ictiofauna de Durango, entre ellas se encuentran algunas revisiones particulares de especies (Garman 1881, Jordan y Everman 1896, Contreras-Balderas 1975), dos listas faunísticas que reportan un total de 21 especies (Meek 1904) y 42 especies válidas (Macías-Chávez 1983), y revisiones generales que reportan colectas de peces en cuencas de Durango (Espinosa-Pérez *et al.* 1998, Hendrickson *et al.* 2002, Miller *et al.* 2005, Huidobro-Campos *et al.* 2009) (cuadro 1).

La lista que se presenta en este trabajo (apéndice 18) documenta los antecedentes mencionados y muestreos recientes de la ictiofauna de la región (figura 1, Maderey-R. y Torres-Ruata 1990), de manera que sea posible reconocer su diversidad íctica actual que se distribuye en 15 familias, 36 géneros y 69 especies. Además se determinó la distribución geográfica local y se distinguen las especies por su naturaleza neártica, neotropical, nativa y exótica. Gran parte de los registros tomados en cuenta corresponden a ejemplares físicos depositados en la Colección Nacional de Peces (CNPE) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM), provenientes de muestreos en la mayoría de las cuencas de la región entre los años 1981 y 2009.

DISTRIBUCIÓN

Los peces manifiestan numerosas adaptaciones biológicas, conductuales, biogeográficas y morfológicas que les han permitido adaptarse a diversos ambientes, de modo que es posible encontrarlos en lagos, arroyos, estuarios y océanos en altitudes de 5 200 msnm y profundidades de 7 000 m, así como en ambientes subterráneos o de cavernas, e incluso en lugares con temperatura y salinidad extremas. En el cuadro 2 se muestra la distribución por cuenca hidrográfica de cada una de las 69 especies enlistadas previamente, agrupadas por familias y en orden filogenético.

Se incluye además nomenclatura correspondiente a sus características de origen y de distribución; se muestran especies de distribución amplia o no especificada (•), nativas del norte del país (N), endémicas del estado y de cuencas particulares (E) o extintas dentro del estado (Ex); además se precisan su identidad alóctona o introducida desde otros países o estados (I) y su inclusión bajo cualquier estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-

Espinosa-Pérez, H., C. Lambarri-Martínez y L. Huidobro-Campos. 2017. Peces. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 411-420.

Cuadro 1. Estudios realizados sobre ictiofauna en el estado

Autor	Año	Contribución
Garman	1881	Realizó la primera descripción de una especie dentro de Durango: el matalote (*Catostomus nebuliferus*) en la cuenca del río Nazas.
Jordan y Everman	1896	Incluyeron a *Pantosteus plebius*, actualmente *Catostomus plebeius*, en la cuenca del río Bravo.
Meek	1904	Publicó los resultados de diversos muestreos realizados entre 1901 y 1904 en el norte del país. Reportó un total de 21 especies para Durango.
Contreras-Balderas	1975	Recopiló la información existente hasta 1964 de los peces de varias cuencas del norte de México, y expuso cambios en su composición íctica, incluyendo tres cuencas de Durango.
Macías-Chávez	1983	Dirigió sus estudios directamente a la composición de la ictiofauna de este estado, compilando datos y colectando nuevos ejemplares entre 1964 y 1982; de manera que en 1983 se estableció que la diversidad íctica de Durango se componía de 42 especies y 14 familias.
Espinosa-Pérez y colaboradores	1998	Mencionan el origen nativo o exótico de varias especies colectadas en Durango.
Hendrickson y colaboradores	2002	Estudiaron las truchas nativas de México (familia Salmonidae), incluyendo la sierra del noroeste de Durango, como área de distribución de dos truchas nativas (*Oncorhynchus chrysogaster* y *Onchorhynchus* sp.).
Miller y colaboradores	2005	Publicó el libro *Peces dulceacuícolas de México*, el cual representó la culminación de 50 años de estudios minuciosos y reunión de información de la ictiofauna dulceacuícola de México, estableciendo al mismo tiempo una ampliación y actualización de la biología, taxonomía, distribución y ecología de los peces del norte del país.
Huidobro-Campos y colaboradores	2009	Realizaron un informe preliminar para la evaluación del caudal ecológico del río Mezquital, registrando 21 especies y siete familias distribuidas en él.

2010, en la American Fisheries Society y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

En los cuerpos de agua de Durango, los peces tienen gran importancia ecológica porque son un indicador del estado de salud, tanto del cuerpo de agua, como de los ambientes aledaños a este (Huidobro-Campos *et al.* 2009). De acuerdo a la Unión Ganadera de Durango, esta entidad cuenta con 4 000 cuerpos de agua, entre arroyos, manantiales, ríos, bordos y presas (Mar Tovar 2002); en estos afluentes se llevan a cabo actividades pesqueras que representan una fuente alimenticia para las poblaciones aledañas a los ríos, presas y centros acuícolas, sobre todo en la parte serrana. La pesca en el estado se divide en artesanal, deportiva y piscicultura; cuyo producto está destinado únicamente para su consumo interno. Por ejemplo, en la comunidad 18 de Agosto (Poanas) se practica la pesca a pequeña escala gracias a los manantiales y a un estanque, lo que proporciona una fuente de ingresos a los pobladores. Del río San Pedro se extraen especies como mojarra, bagre, trucha y matalote (figura 2), y en este lugar la pesca es una actividad exclusiva de hombres y niños del grupo étnico mexicanero (INFDM 2005).

En años recientes, en las partes serranas del estado, como los municipios de Pueblo Nuevo y San Dimas, se da un aprovechamiento de los recursos naturales hídricos por parte de los ejidatarios, lo que les permite adoptar una actividad productiva complementaria a partir del cultivo de la trucha *Oncorhynchus chrysogaster* (figura 3), actividad que se adecua al clima y a la buena calidad de agua prevaleciente en la región (Castañeda-Venegas 2011). En sus inicios, la actividad trutícola (cultivo de trucha) se realizaba de forma rústica o artesanal en los

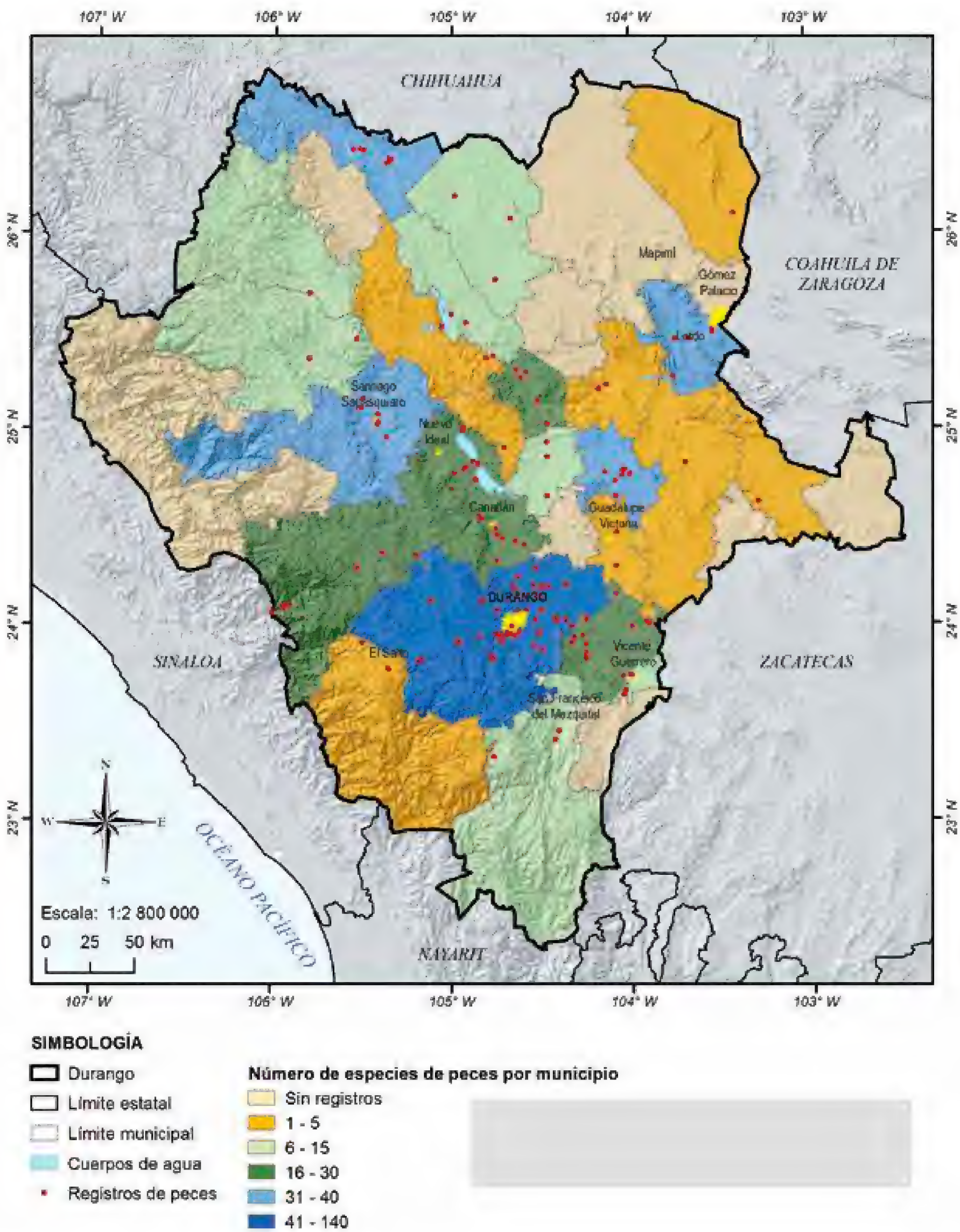


Figura 1. Registros de peces.

Cuadro 2. Ictiofauna y cuencas hidrográficas en las que se distribuye

Orden	Familia	Nombre científico	Río Nazas	Río San Pedro	Bolsón de Mapimí	Lago de Santiaguillo	Río Piaxtla	Río Bravo	Río Acaponeta	Río Presidio	Río Culiacán	Río San Lorenzo	Río Fuerte	Río Baluarte	Río Santiago
Cypriniformes	Cyprinidae	*Campostoma ornatum*	•				•	•			•				
		Carassius auratus	I	I						I					
		Cyprinella alvarezdelvillari [1,2,3]	E												
		Cyprinella garmani [1]	N	N	N										
		Cyprinella lutrensis [1]	N		N			N							
		Codoma ornata [1]	N	N	N		N	N							
		Cyprinella panarcys [1,3]						N							
		Cyprinus carpio	I	I											
		Dionda episcopa [1,2]						•							
		Dionda sp.		•					•						
		Gila conspersa [1]	•	•		•		•							
		Gila pulchra						•							
		Gila sp. [1]	•	•		•				•					
		Gila sp. [2]			•										
		Notropis aulidion [1,3]		Ex											
		Notropis braytoni [1]						N							
		Notropis chihuahua [1]	•					•							
		Notropis nazas	E												
		Notropis sp.	•					•							
		Pimephales promelas	•		•			•							
		Rhinichthys cataractae						•							
		Stypodon signifer [1,2,3]	Ex												
	Catostomidae	*Catostomus bernardini* [1]						•							
		Catostomus nebuliferus [1]	E												
		Catostomus plebeius [1]	•	•	•		•	•							
		Catostomus sp.	•	•											
		Ictiobus niger [1]	•												
		Ictiobus sp.	•		•										
		Moxostoma austrinum		•				•							

Cuadro 2. Continuación

Orden	Familia	Nombre científico	Río Nazas	Río San Pedro	Bolsón de Mapimí	Lago de Santiaguillo	Río Piaxtla	Río Bravo	Río Acaponeta	Río Presidio	Río Culiacán	Río San Lorenzo	Río Fuerte	Río Baluarte	Río Santiago
Characiformes	Characidae	*Astyanax mexicanus*	•	•				•							
Siluriformes	Ictaluridae	*Ameiurus melas*	I												
		Ictalurus furcatus						•							
		Ictalurus pricei [1,3]	•	•	•		•								
		Ictalurus punctatus		I											
		Ictalurus sp. [1]	•	•								•			
		Ictalurus sp. [2]						•							
Salmoniformes	Salmonidae	*Oncorhynchus chrysogaster* [1,3]					N				N	N	N		
		Oncorhynchus mykiss				I	I		I	I		I	I		
		Oncorhynchus sp.								•	•	•	•	•	
Mugiliformes	Mugilidae	*Agonostomus monticola*					•					•			
Atheriniformes	Atherinopsidae	*Atherinella crystallina* [3]		N			N		N					N	N
		Chirostoma mezquital		E		E									
		Chirostoma sphyraena	I	I		I		I							
Cyprinodontiformes	Poecliidae	*Gambusia senilis* [3]						•							
		Poecilia butleri [1]									•	•			
		Poeciliopsis latidens [1,3]					N								
		Xiphophorus helleri		I											
	Goodeidae	*Characodon audax* [1,3]		E		E									
		Characodon garmani [3]	Ex												
		Characodon lateralis [1,3]		E					E						
	Cyprinodontidae	*Cyprinodon eximius* [1,3]						•							
		Cyprinodon latifasciatus [3]	Ex												
		Cyprinodon meeki [1,3]		E											
		Cyprinodon nazas [1]	E			E									

Cuadro 2. Continuación

Orden	Familia	Nombre científico	Río Nazas	Río San Pedro	Bolsón de Mapimí	Lago de Santiaguillo	Río Piaxtla	Río Bravo	Río Acaponeta	Río Presidio	Río Culiacán	Río San Lorenzo	Río Fuerte	Río Baluarte	Río Santiago
Perciformes	Centrarchidae	*Lepomis cyanellus*		I											
		Lepomis gulosus		I											
		Lepomis macrochirus	I	I	I	I		I							
		Lepomis microlophus		I											
	Percidae	*Micropterus salmoides*	I	I											
		Pomoxis annularis	I	I		I									
		Etheostoma australe [1,3]						E							
		Etheostoma pottsii [1,2,3]	E	E											
	Cichlidae	*Cichlasoma beani*	N				N								
		Oreochromis aureus	I	I											
		Oreochromis mossambicus	I												
		Oreochromis niloticus		I											
Gobiesociformes	Gobiesocidae	*Gobiesox fluviatilis* [1]					N								
	Gobiidae	*Awaous banana*					•								
		Sicydium multipunctatum					•								

Especies de distribución amplia o no especificada (•); nativas del norte del país (N); endémicas del estado y de cuencas particulares (E); extintas dentro del estado (Ex). Identidad alóctona o introducida desde otros países o estados (I). Bajo cualquier estatus de riesgo en la NOM-059 (1); en la American Fisheries Society (2); en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (3). Fuente: Nelson et al. 2004, Jelks *et al.* 2008, SEMARNAT 2010 y UICN 2015.

bordos para abrevadero o bien en pequeños embalses de agua formados por los manantiales, aunque actualmente existen centros trutícolas importantes como La Victoria, en el municipio Pueblo Nuevo, y Vencedores en San Dimas. Finalmente, las 10 principales presas del estado representan una fuente de ingresos económicos importante, ya que de ellas se extraen especies como bagres, lobinas, carpas y mojarras. La pesca deportiva se practica en la mayoría de estas presas, y en lugares turísticos como El Saltito, en el municipio Nombre de Dios, donde se pesca lobina, bagre y carpa (CONACULTA 2012).

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

Contreras-Balderas *et al.* (2003) mencionan que la mayoría de las especies en peligro en México corresponden a los desiertos del norte; Durango ocupa el quinto lugar con especies en riesgo, pues acumula 18 registros de especies en riesgo y 25 extintas, de 506 especies mexicanas conocidas y 169 especies en riesgo.

La situación y estado de conservación de los peces de Durango se refleja en el cuadro 3, donde se observa que de las 69 especies documentadas, 40 (57.9%) se encuen-

Figura 2. Matalote del Bravo (*Catostomus plebeius*).
Foto: *Christian Lambarri.*

Figura 3. Trucha dorada mexicana (*Oncorhynchus chrysogaster*).
Foto: *Christian Lambarri.*

tran con algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059 (SEMARNAT 2010), a la American Fisheries Society (Jelks *et al.* 2008) o a la UICN (2015). De las 40 especies, 40% se consideran amenazadas, 20% en peligro y 10% bajo protección especial (SEMARNAT 2010), lo que representa un porcentaje importante en el total de especies.

PRINCIPALES AMENAZAS

En estudios realizados en el río Mezquital, se encontró que la ausencia de peces nativos es resultado, entre otros factores, de la alta contaminación en el río, la presencia de especies exóticas y la disminución del caudal del afluente; por lo que la ausencia de los peces en cualquier nivel trófico de la red alimenticia en el río tiene repercusiones negativas en toda la comunidad.

En cuanto a las especies en peligro de extinción y amenazadas, estas son un reflejo del deterioro de las condiciones en que se encuentran los cuerpos de agua del estado, por la desecación de los mismos, la deforestación e incendios de los bosques, la contaminación derivada de los productos industriales, agrícolas y municipales, la construcción de presas, la canalización de algunos manantiales y el sobrepastoreo, así como a las descargas urbanas (Arriaga *et al.* 2000).

Por otra parte, las numerosas especies exóticas introducidas que se han establecido en los afluentes de esta entidad parecen estar provocando efectos negativos; esta situación se agrava para las especies de distribución muy restringida como *Characodon audax, C. lateralis, Stypodon signifer, Catostomus nebuliferus, Cyprinodon nazas, Gila conspersa* y *Notropis chihuahua.* Cabe mencionar que las especies endémicas son más susceptibles a las alteraciones de hábitat; por ejemplo, en el caso de *C. audax,* que vive únicamente en un cuerpo de agua llamado el Ojo de Agua de las Mujeres, alimentado por un pequeño manantial (Contreras-Balderas y Almada-Villela 1996), tanto la especie como el cuerpo de agua están en peligro de extinción (SEMARNAT 2010).

OPORTUNIDADES Y ACCIONES DE CONSERVACIÓN

A pesar de estar en una situación tan delicada, la preservación de la ictiofauna es crítica, ya que solamente la especie *Cyprinodon nazas* es objeto de un programa de conservación implementado por el gobierno federal (SEMARNAT 2010); de manera indirecta, *Codoma ornata* y *Campostoma ornatum* reciben atención al estar distribuidas en regiones hidrológicas prioritarias y amenazadas (regiones 21 y 22) tanto para la conservación como para el manejo (Arriaga *et al.* 2000).

En Estados Unidos, desde 1994, *Catostomus plebeius* ha sido objeto de conservación y reintroducción en la cuenca del río Bravo por parte de la Comisión de Vida Silvestre de Colorado (Rees y Miller 2001), y *Gambusia senilis* se encuentra dentro de los planes de recuperación de Texas (Meffe y Snelson 1985).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De manera general, se requiere analizar la dinámica poblacional de las especies sensibles a las alteraciones del hábitat, así como detener los planes gubernamentales y privados de desecación de los cuerpos de agua, establecer límites de almacenamiento de agua en presas y extracción de pozos, e incluir a los organismos en los monitoreos de calidad del agua (Arriaga *et al.* 2000).

Las especies se verán beneficiadas mediante la reglamentación del uso desmedido de los recursos bióticos y la creación de áreas de reserva para proteger a las especies nativas.

Cuadro 3. Lista de especies con algún estado de protección

Nombre común	Especie	Distribución	NOM-059	UICN	AFS
Rodapiedras mexicano	*Campostoma ornatum*	No endémica		LC	V
Carpita adornada	*Codoma ornata*	Endémica	A		
Carpita tepehuana, sardinita bronce del Nazas	*Cyprinella alvarezdelvillari*	Endémica	P	CR	E
Carpita jorobada	*Cyprinella garmani*	Endémica	A		T
Carpita roja	*Cyprinella lutrensis*	No endémica	A	LC	X
Carpita del Conchos	*Cyprinella panarcys*	Endémica	P	EN	E
Carpa obispa	*Dionda episcopa*	Endémica	P	LC	E
Carpa Mayrán	*Gila conspersa*	Endémica	A		T
Carpita de Durango	*Notropis aulidion*	Endémica	Pr	EX	Xp
Carpita tamaulipeca	*Notropis braytoni*	Endémica	A		T
Carpita chihuahuense	*Notropis chihuahua*	Endémica	A		T
Carpita cabezona	*Pimephales promelas*	No endémica		LC	
Carpita rinconera	*Rhinichthys cataractae*	No endémica		LC	X
Carpa de Parras	*Stypodon signifer*	Endémica	P	EX	X
Matalote yaqui	*Catostomus bernardini*	No endémica	Pr	DD	V
Matalote del Nazas	*Catostomus nebuliferus*	No endémica	A		T
Matalote del Bravo	*Catostomus plebeius*	No endémica	A	DD	V
Matalote negro	*Ictiobus niger*	No endémica	A	LC	
Matalote chuime	*Moxostoma austrinum*	No endémica			V
Sardinita mexicana	*Astyanax mexicanus*	No endémica		LC	E
Bagre azul	*Ictalurus furcatus*	No endémica		LC	
Bagre yaqui	*Ictalurus pricei*	Endémica	A	EN	
Trucha dorada mexicana	*Oncorhynchus chrysogaster*	Endémica	A	VU	T
Trucha arcoíris	*Oncorhynchus mykiss*	No endémica	Pr		T
Trucha de tierra caliente, lisa de río	*Agonostomus monticola*	No endémica		LC	
Plateadito del Presidio	*Atherinella crystallina*	Endémica		NT	
Cachorrito del Conchos	*Cyprinodon eximius*	No endémica	A	NT	T
Cachorrito de Parras	*Cyprinodon latifasciatus*	Endémica		EX	X
Cachorrito del Mezquital	*Cyprinodon meeki*	Endémica	P	CR	E

Cuadro 3. Continuación

Nombre común	Especie	Distribución	NOM-059	UICN	AFS
Cachorrito del Nazas	*Cyprinodon nazas*	Endémica	A	LC	T
Mexcalpique del Toboso	*Characodon audax*	Endémica	P	VU	E
Mexcalpique de Parras	*Characodon garmani*	Endémica		EX	X
Mexcalpique arcoíris	*Characodon lateralis*	Endémica	P	EN	E
Guayacón del Bravo	*Gambusia senilis*	No endémica		NT	T
Topote del Pacífico	*Poecilia butleri*	No endémica	Pr		
Guatopote del Fuerte	*Poeciliopsis latidens*	Endémica	A	NT	T
Perca del Conchos	*Etheostoma australe*	Endémica	P	VU	E
Perca mexicana	*Etheostoma pottsii*	Endémica	A	VU	T
Cucharita de río	*Gobiesox fluviatilis*	Endémica	A		V
Dormilón pecoso	*Sicydium multipunctatum*	No endémica		LC	
Total	**40**	**Endémica: 23** **No endémica: 17**	**A: 16** **P: 8** **Pr: 4**	**CR: 2** **EN: 3** **EX: 4** **LC: 11** **NT: 4** **VU: 4** **DD: 2**	**E: 8** **T: 12** **V: 5** **X: 5** **Xp: 1**

NOM-059: A: amenazada; P: en peligro de extinción; Pr: sujeta a protección especial.
UICN: CR: en peligro crítico; EN: en peligro; EX: extinta; LC: de menos preocupación; NT: casi amenazada; VU: vulnerable; DD: deficiencia de datos.
American Fisheries Society: E: en peligro; T: amenazada; V: vulnerable; X: extinta; Xp: posiblemente extinta.
Fuente: Nelson *et al.* 2004, Jelks *et al.* 2008, SEMARNAT 2010 y UICN 2015.

REFERENCIAS

Arriaga, C., V. Aguilar y J. Alcocer (coords.). 2000. *Aguas continentales y diversidad biológica de México.* CONABIO, México.

Castañeda-Venegas, J.A. 2011. *Caso de éxito: Producción de trucha arco iris.* IICA, México.

Contreras-Balderas, S. 1975. Cambios de Composición de especies en comunidades de peces en zonas semiáridas de México. *Publicaciones Biológicas, Instituto de Investigaciones Científicas, UANL. México* 1(7): 181-194.

Contreras-Balderas, S. y P. Almada-Villela. 1996. *Characodon audax.* En: IUCN Red List of Threatened Species Version 2015.4. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 27 de septiembre de 2012.

Contreras-Balderas, S., P. Almada-Villela, M. de L. Lozano-Vilano y M.E. García Ramírez. 2003. Freshwater fish at risk or extinct in México: A checklist and review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12: 241-251.

CONACULTA. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. 2012. Durango, dos rutas misionales. Guías del patrimonio cultural y turístico. En: <*http://www.conaculta.gob.mx/turismocultural/guias/guia2_1.php*>, última consulta: 27 de septiembre de 2012.

Espinosa-Pérez, H., P. Fuentes-Mata, M.T. Gaspar-Dillanes y V. Arenas. 1998. Notas acerca de la ictiofauna mexicana. En: *Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución.* T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (comps.). Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 229-251.

Espinosa-Pérez, H., L. Huidobro, C. Flores-Coto *et al.* 2009. Peces. En: *Catálogo taxonómico de especies de México. Capital natural de México,* vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad.* S. Ocegueda y J. Llorente-Bousquets (coords.). CONABIO, México.

Garman, S. 1881. New and Little-known reptiles and fishes in the museum collections. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 8(3): 85-93.

Hendrickson, D.A., H. Espinosa-Pérez, L.T. Findley *et al.* 2002. Mexican native trouts: A review of their history and current systematic and conservation status. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12: 273-316.

Huidobro-Campos, L., H. Espinosa-Pérez, R. Muñiz Martínez *et al.* 2009. Informe técnico fauna acuática (macroinvertebrados y peces) de la cuenca del río San Pedro-Mezquital. WWF/Fundación Gonzalo Río Arronte/Instituto de Biología, UNAM.

INFDM. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2005. Enciclopedia de los municipios de México, Durango. En: <*http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM10durango/index.html*>, última consulta: 19 de abril de 2016.

Jelks, H.L., S.J. Walsh, N.M. Burkhead *et al.* 2008. Conservation status of imperiled North American freshwater and diadromous fishes. *Fisheries* 33: 372-407.

Jordan, D.S. y B.W. Everman. 1896. The fishes of North and Middle America: a descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in the waters of North America, north of the Isthmus of Panama. Part I. *Bulletin of the United States National Museum* 47: 1-1240.

Macías-Chávez, L.J. 1983. *Ictiofauna del estado de Durango, México.* Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Maderey-R., L.E. y C. Torres-Ruata. 1990. Hidrografía. Catálogo de metadatos geográficos. CONABIO. En: <*http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/*>, última consulta: 5 de enero de 2012.

Mar Tovar, C.L. 2002. Cultivo de peces en cuerpos de agua temporales y permanentes. SAGARPA-INIFAP. Folleto para productores 13. En: <*http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2489/Cultivo_de_peces_en_cuerpos_de_agua_temporales_y_permanentes.pdf?sequence=1*> última consulta: 10 de junio de 2016.

Meek, S.E. 1904. *The fresh-water fishes of Mexico North of the Isthmus of Tehuantepec.* Field Columbian Museum, Zoological Series. Vol. v. Chicago.

Meffe, G.K. y F.F. Snelson Jr. (eds.) 1985. *Ecology & evolution of livebearing fishes (Poeciliidae).* Prentice Hall.

Miller, R., W.L. Minckley y S.M. Norris. 2005. *Freshwater fishes of Mexico.* University of Chicago Press.

Nelson, J., E.J. Crossman, H.S. Espinosa-Pérez *et al.* 2004. *Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico.* 6° ed. American Fisheries Society, Special Publication 29, Bethesda, Maryland.

Rees, D.E. y W.J. Miller. 2001. *Habitat selection and movement of native fish in the Colorado River, Colorado.* Miller Ecological Consultants, Inc.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.4. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 11 de abril de 2016.

Diversidad genética
de peces

Héctor Salvador Espinosa Pérez • Christian Lambarri Martínez

INTRODUCCIÓN

En respuesta a la dificultad de identificar algunos organismos por su morfología, se creó un proyecto internacional de codificación genética llamado Consorcio para el Código de Barras de la Vida (CBOL), el cual reconoce especies mediante el gen de la citocromo oxidasa I (COI-5P) del genoma mitocondrial. Este proyecto fue lanzado en el 2004 con el objetivo de avalar las alianzas de investigación internacional necesarias para construir (en los próximos 20 años) una biblioteca de ADN para toda la vida eucariótica (Ratnasingham y Hebert 2007). El proyecto se ideó inicialmente de manera que los museos de historia natural de mayor talla tomaran la iniciativa para conectar las secuencias de ADN a los ejemplares depositados en las colecciones y al sistema taxonómico linneano existente (Savolainen *et al.* 2005).

Derivado del CBOL, posteriormente se desarrolló la iniciativa Código de Barras de la Vida de la CONABIO y el CONACYT, la cual se integra al Sistema de Datos de Códigos de Barras de la Vida (BOLD), e incluye toda la flora y fauna conocidas en el país. La Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología de la UNAM (CNPE-IBUNAM) participa en dicha iniciativa con el proyecto Código de Barras de Peces Mexicanos (CBPM), involucrando todo el material depositado en su acervo que cumpla con los requisitos del CBOL.

CASO DURANGO

La secuenciación del gen COI-5P de las especies de Durango es un proyecto en curso, y hasta el momento se han logrado obtener 27 secuencias válidas, correspondientes a 14 especies incluidas en el listado previo. En la figura 1 se muestran las especies secuenciadas y su agrupación en un cladograma de máxima verosimilitud, así como su clave dentro del proyecto CBPM y del subproyecto Peces de Durango (IB-DUR). Se incluyó la secuencia COI-5P de la raya *Narcine vermiculatus*, correspondiente al subproyecto Batoideos de México (IB-BAT) para colocar un grupo externo a las secuencias de peces dulceacuícolas. A continuación se discute el cladograma en orden ascendente, es decir, a partir de los grupos basales y hasta los más derivados.

Dentro de los grupos basales se observa la agrupación del género *Gambusia*, descartando diferencias significativas en esta región del ADN mitocondrial entre los morfotipos considerados como *Gambusia* sp., *G. longispinis* y *G. senilis*, lo que apoya la exclusión de las dos primeras del listado. Desafortunadamente no se cuenta con más muestras de bagres (*Ictalurus* sp.) de Durango, ya que el estudio morfológico y la secuenciación de estos probablemente esclarecería la situación incierta de muchos de los ejemplares muestreados, permitiría un mejor manejo de las especies y delimitaría claramente la distribución y la introducción de *Ictalurus punctatus.*

Finalmente se nota gran ambigüedad en la ramificación de la familia Cyprinidae, porque a pesar de agrupar juntos a casi todos los morfotipos no descritos del género *Gila*, colocando a *Gila* sp.1 como un grupo ligeramente más derivado que el grupo *Gila* sp.1 - *Gila* sp.2, separa radicalmente a *Dionda* y a *Notropis*, agrupándolos con *Gila* y con *Campostoma* respectivamente. Cabe señalar que la familia Cyprinidae es una de las más diversas en el norte del país, y se desconocen muchos morfotipos de la misma, por lo que existe controversia en cuanto a su naturalidad, al grado de que las claves de identificación existentes se consideran claves artificiales que permiten una determinación superficial, pero no establecen las relaciones evolutivas y las diferencias claras entre las especies e incluso entre géneros.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se considera de gran importancia incluir mayor número de secuencias por especie, desarrollar más el proyecto CBPM para lograr la secuenciación de más especies y ampliar las regiones geográficas de estudio, de manera

Espinosa-Pérez, H. y C. Lambarri-Martínez. 2017. Diversidad genética de peces. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 422-423.

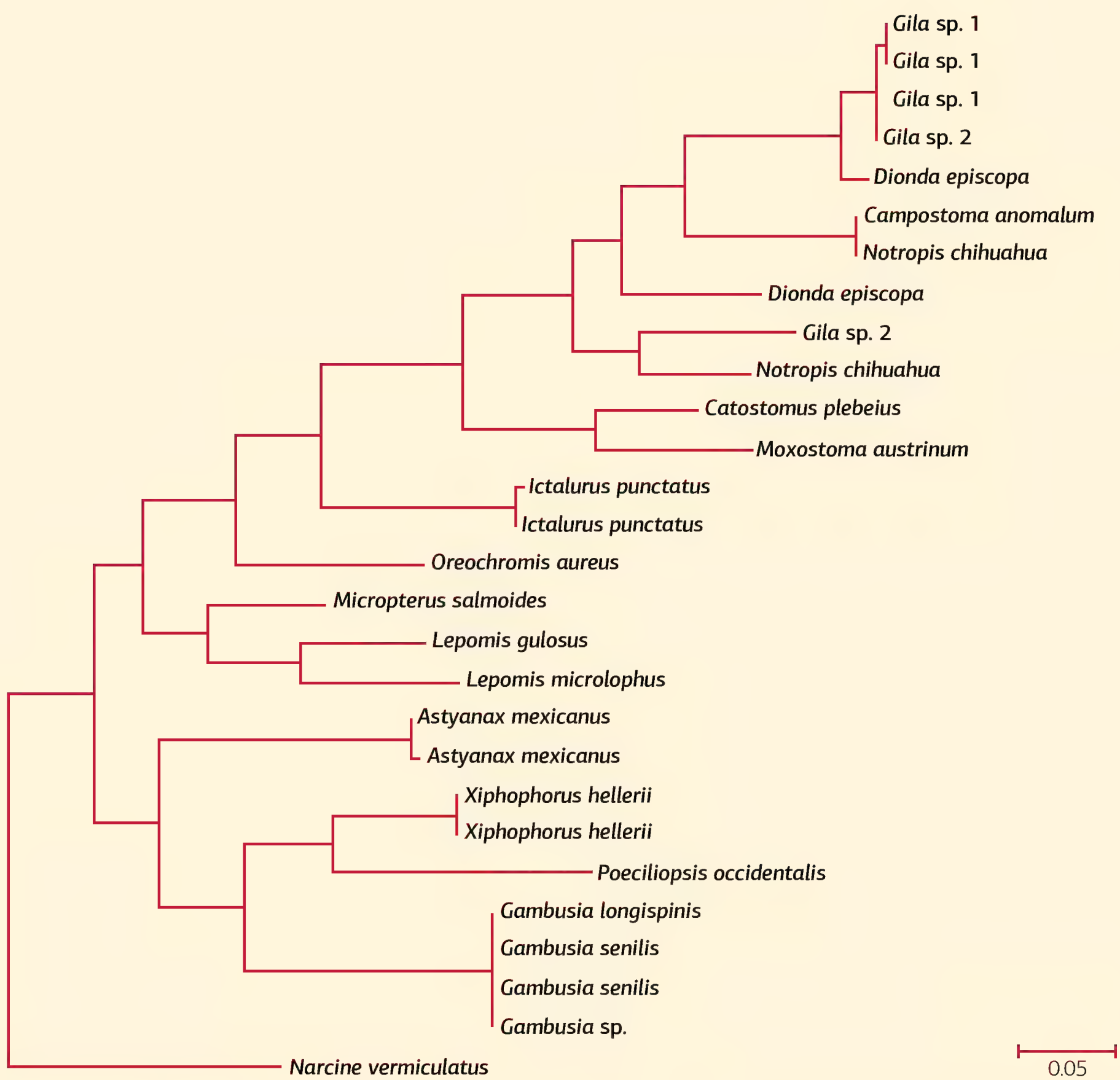


Figura 1. Cladograma de máxima verosimilitud de las secuencias COI-5P de las especies de Durango depositadas en la CNPE-IBUNAM. Fuente: Lambarri-Martínez 2012.

que sea posible afinar y aprovechar el software y los algoritmos que permitan elaborar no solo cladogramas locales, sino filogenias que reúnan a toda la fauna íctica de la región.

Además, se hace énfasis en mejorar el tratamiento de los ejemplares, ya que existe mayor dificultad y error en la secuenciación de muestras tratadas previamente con ciertos métodos, lo que obliga a perfeccionar el método de curación, de manera que las muestras se conserven de la mejor forma y se optimice la obtención de su ADN mitocondrial.

REFERENCIAS

Lambarri-Martínez, C. 2012. *Listado y caracterización molecular de la ictiofauna de Durango.* Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Ratnasingham, S. y P.D.N. Hebert. 2007. BOLD: The Barcode of Life Data System (<*http://www.barcodinglife.org*>). *Molecular Ecology Notes* 7: 355-364.

Savolainen, V., R.S. Cowan, A.P. Vogler *et al.* 2005. Towards writing the encyclopaedia of life: an introduction to DNA barcoding. *Philosphical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360: 1805-1811.

Comunidad de peces de la parte media y baja del Nazas

Fernando Alonzo Rojo • Gabriel Fernando Cardoza Martínez • Ignacio López Apodaca • Irma Haydé Martínez Balderas

INTRODUCCIÓN

La cuenca endorreica de Nazas-Aguanaval es la más importante de la Mesa del Norte de México (Miller *et al.* 2009). La parte media y baja del río Nazas corresponden a Durango y abarcan los municipios de Indé, Rodeo, Nazas, Cuencamé, Lerdo y Gómez Palacio. Esta área es importante para la población local en el aspecto económico, pues además de que el río representa un sitio de recreación, existe una pesca importante para obtener alimento y especies de ornato.

Con el propósito de conocer la riqueza de la ictiofauna que habita en la parte media y baja del río Nazas se realizaron muestreos periódicos en 11 sitios durante tres años (2009 a 2011) (figura 1 y cuadro 1). Se utilizaron redes tipo chinchorro, trampas tipo nasa y atarrayas de diferentes medidas a fin de obtener la muestra más representativa en cada lugar. Con estos métodos se capturó 88% de las especies reportadas en el presente trabajo. Sólo 12% de las especies restantes fueron registradas por observación directa con los pescadores de los diferentes embalses (presas y represas) que se encuentran a lo largo de la parte media y baja del río Nazas.

DIVERSIDAD

A la fecha, el número de especies presentes en el río Nazas es incierto. Sin embargo, en el presente estudio se reportan 24 especies pertenecientes a ocho familias y 19 géneros (apéndice 19 y cuadro 2). Destacan los peces de la familia Cyprinidae (carpas) con 10 géneros y 12 especies, que representan 50% del total. El resto de las familias, a excepción de la familia Centrarchidae, está representada por una o dos especies (cuadro 2 y figura 2). Otros estudios recientes (Pérez-Ponce de León *et al.* 2010) reportan un total de 23 especies, muy similar a lo registrado por Valencia Castro (2003), con 27 especies en el plan de manejo del Parque Estatal Cañón de Fernández; sin embargo, existe variación en cuanto al número de especies reportado en los trabajos realizados por Soto-Calderón en 1996 y el de Palacios-Villa en 2008, con relación al presente estudio.

DISTRIBUCIÓN

En cuanto a su distribución, destaca que 54% de las especies registradas están ubicadas como introducidas (I), 25% como endémicas regionales (ER), 17% como endémicas para el río Nazas (EN) y 4% restante pertenece a una especie del género *Ictalurus* (conocidos como bagre) (figura 3). Existen especies con ubicación muy localizada o restringida como los organismos de la familia Poeciliidae: guapote jarocho (*Poeciliopsis gracilis*), los cuales únicamente se capturaron en gran abundancia en las estaciones de Rodeo y Nazas, a diferencia de los peces pertenecientes al género *Astyanax* (sardina), que se pueden considerar generalistas ya que fueron registrados en la mayoría de las estaciones. Esto se debe probablemente a que ocupan el nivel de media agua a superficie en la columna de agua (Contreras-Balderas *et al.* 2005), y a que nadan generalmente a favor de la corriente, por lo que están predispuestos a desplazarse a mayores distancias, sobre todo cuando las compuertas de las presas se encuentran abiertas.

Las especies introducidas (carpas, lobinas, tilapias, mojarras y bagres), sobre todo las que constituyen la base de las pesquerías en los grandes embalses, se encuentran dispersas a todo lo largo del río y en algunas estaciones de muestreo, como el caso de canal de Sacramento y Puentes Cuates, donde representaron más de 75% de las capturas.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Para los habitantes de las comunidades cercanas al río, la lobina negra (*Micropterus salmoides*), la carpa (*Cyprinus carpio*), la tilapia (*Sarotherodon aureus*), el crappie blanco (*Pomoxis annularis*), el charal (*Menidia* sp.) y los bagres (*Ictalurus* sp. e *I. punctatus*) son especies muy importantes ya que constituyen una fuente alternativa de

Alonzo-Rojo, F., G.F. Cardoza Martínez, I. López-Apodaca e I.H. Martínez-Balderas. 2017. Comunidad de peces de la parte media y baja del Nazas. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 424-430.

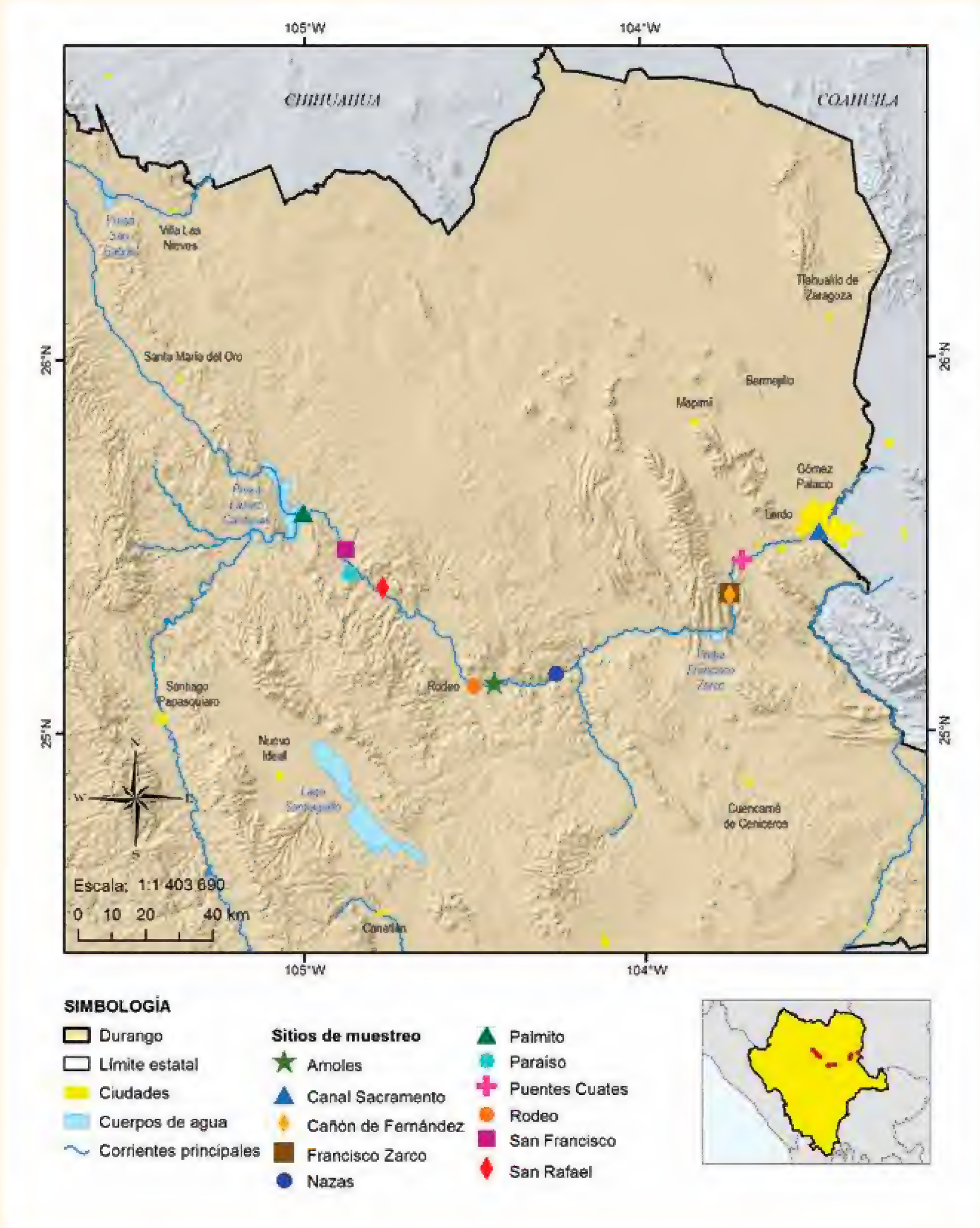


Figura 1. Localización del área de estudio.

Cuadro 1. Localización de los sitios de muestreo

No. de estación	Municipio	Sitio	Latitud	Longitud
1	Indé	Palmito	25° 35' 32"	105° 00' 08"
2	Indé	San Francisco de Asís	25° 29' 44"	104° 52' 44"
3	Indé	El Paraíso	25° 25' 49"	104° 52' 06"
4	Indé	San Rafael Jicorica	25° 22' 97"	104° 46' 05"
5	Rodeo	Rodeo	25° 07' 47"	104° 29' 57"
6	Nazas	Amoles	25° 08' 14"	104° 26' 26"
7	Nazas	Nazas	25° 09' 40"	104° 15' 30"
8	Lerdo	Presa Francisco Zarco	25° 22' 24"	103° 44' 45"
9	Lerdo	Cañón de Fernández	25° 22' 05"	103° 44' 46"
10	Lerdo	Puentes Cuates	25° 27' 44"	103° 42' 28"
11	Gómez Palacio	Canal de Sacramento	25° 32' 13"	103° 28' 51"

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo.

alimento. Por otra parte, existen asociaciones de pescadores organizados que se dedican a explotar estas especies a nivel comercial en los embalses que se encuentran a lo largo del río (presa Lázaro Cárdenas y presa Francisco Zarco).

El resto de las especies pudieran tener importancia ecológica y de conservación, por no ser peces que se utilizan con fines alimenticios; sin embargo, existen pocos estudios que determinen el papel ecológico o la función que cumplen cada uno de ellos dentro del ecosistema.

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

Del total de especies, seis de ellas se encuentran en alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: carpita jorobada (*Cyprinella garmani*, figura 4), carpita chihuahuense (*Notropis chihuahua*, figura 5), carpa Mayrán (*Gila conspersa*, figura 6) y matalote del Nazas (*Catostomus nebuliferus*, figura 7), las cuales están clasificadas como especies amenazadas, que son aquellas que podrían encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo si siguen operando factores que inciden negativamente en su viabilidad por modificación de su hábitat o disminución de su población. La carpita pinta (*Rhinichthys osculus*, figura 8) está catalogada como extinta (Miller *et al.* 2009) (cuadro 2).

PRINCIPALES AMENAZAS

Entre las amenazas que se detectan para la comunidad de peces del río Nazas están las actividades humanas, principalmente la destrucción y modificación de la vegetación terrestre, las obras de irrigación, la contaminación de agua por las actividades minera y agricultura, así como la introducción de especies exóticas, que por lo general tienen pocos requerimientos de vida, son agresivas y de rápida reproducción, lo que ayuda a que se distribuyan amplia y rápidamente (Lozano-Vilano *et al.* 2014), además de que las especies de peces del río Nazas y en general de las zonas desérticas de México se encuentran en los llamados grupos primarios o secundarios (intolerantes o poco tolerantes a la salinidad, respectivamente).

Por otra parte, Cardoza-Martínez y colaboradores (2011), al hacer una comparación histórica de las especies de peces registradas para el Nazas, señalan una disminución en la distribución y abundancia de las especies endémicas, y mencionan que las comunidades vegetales aledañas al río, que albergan algunos grupos

Cuadro 2. Relación de especies de peces de la parte media y baja del río Nazas

Orden	Familia	Nombre científico	Autoridad	NOM-059	Distribución
Atheriniformes	Atherinopsidae	*Menidia* sp.			I
Characiformes	Characidae	*Astyanax mexicanus*	De Fillipi 1853		I
		Astyanax sp.			ER
Cypriniformes	Catostomidae	*Catostomus nebuliferus*	Garman 1881	A	EN
	Cyprinidae	*Campostoma ornatum*	Girard 1856		ER
		Carassius auratus	Linnaeus 1758		I
		Codoma ornata	Girard 1856		ER
		Ctenopharyngodon idellus	Valenciennes 1844		I
		Cyprinella garmani	Jordan 1885	A	EN
		Cyprinus carpio	Linnaeus 1758		I
		Gila conspersa	Garman 1881	A	EN
		Notropis chihuahua	Woolman 1892	A	I
		Notropis nazas	Meek 1904		EN
		Pimephales promelas	Rafinesque 1820		ER
		Rhinichthys cataractae	Valenciennes 1842		ER
		Rhinichthys osculus	Girard 1856	E	ER
	Poecillidae	*Poeciliopsis gracilis*	Heckel 1848		I
Perciformes	Centrarchidae	*Lepomis macrochirus*	Rafinesque 1819		I
		Lepomis megalotis	Rafinesque 1820		I
		Micropterus salmoides	Lacépède 1802		I
		Pomoxis annularis	Rafinesque 1818		I
	Cichlidae	*Sarotherodon aureus*	Steindachner 1864		I
Siluriformes	Ictaluridae	*Ictalurus punctatus*	Rafinesque 1818		I
		Ictalurus sp.			ND
Total	**8**	**24**		**A: 4** **E: 1**	**I: 13** **ER: 6** **EN: 4** **ND: 1**

Categorías de riesgo: A: amenazada; E: probablemente extinta.
Distribución: ER: endémica regional; EN: endémica del río Nazas; I: introducida.
ND: no determinada.
Fuente: SEMARNAT 2010 y elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo.

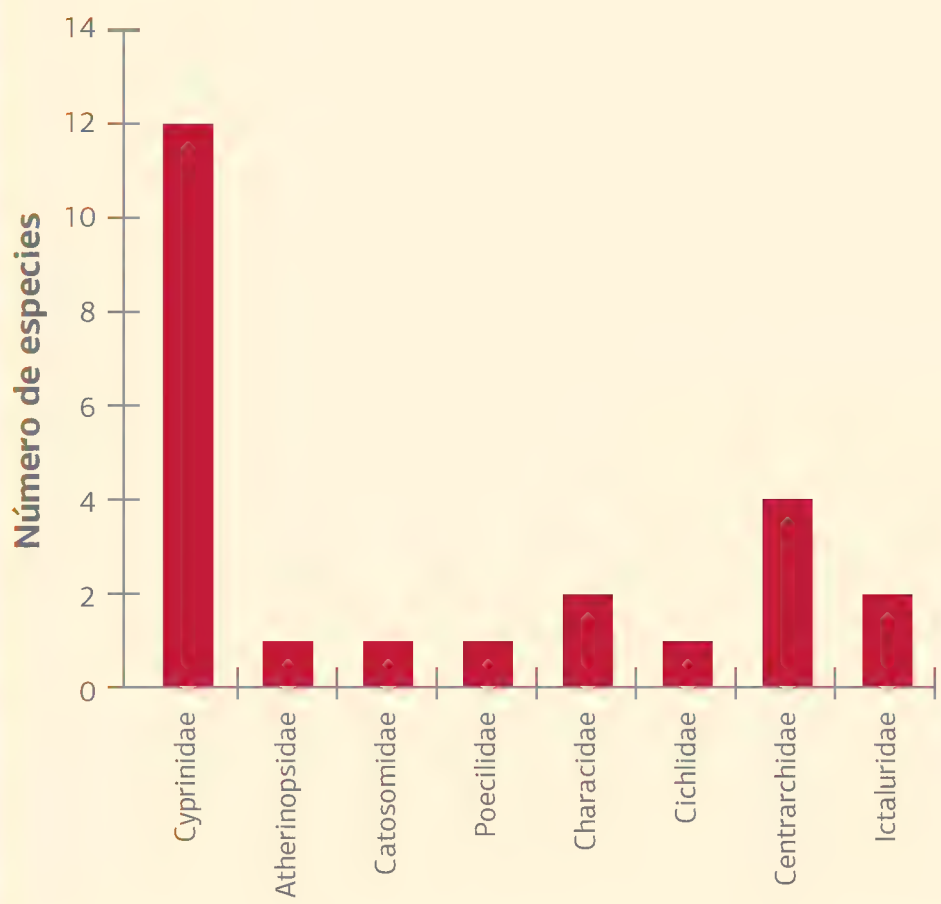


Figura 2. Número de especies por familia.
Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo.

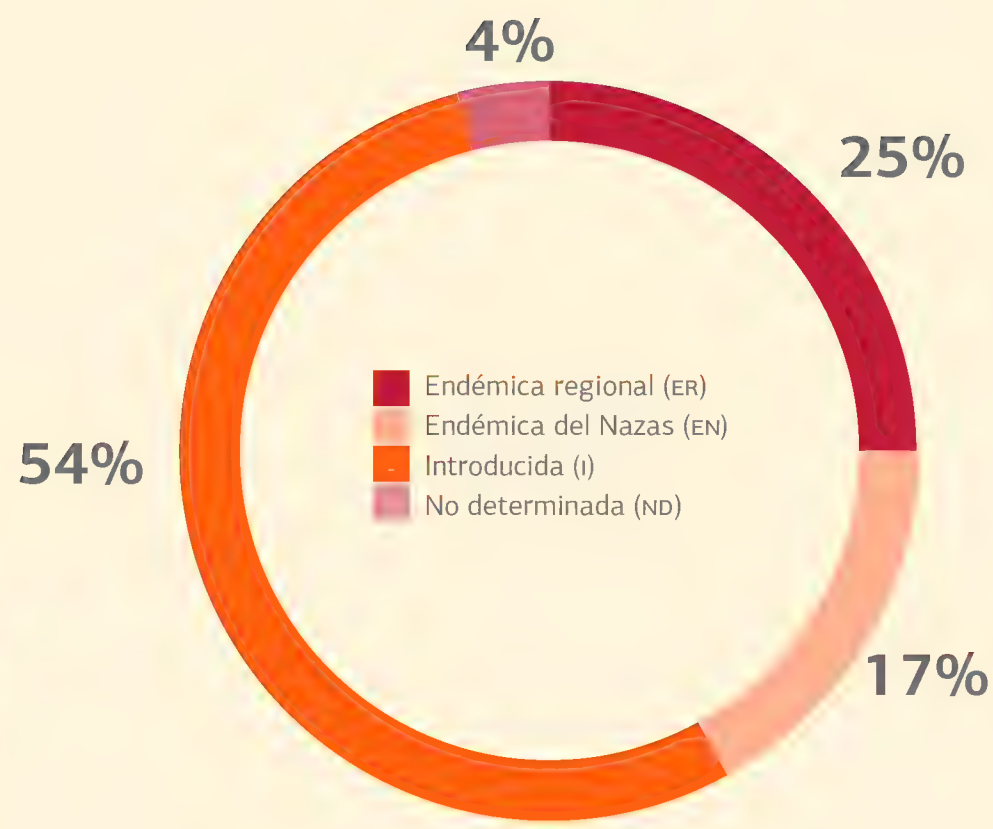


Figura 3. Clasificación porcentual de las especies de peces del río Nazas por su distribución.
Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos en campo.

de invertebrados como Odonata (libélulas), Himenoptera (hormigas, abejas, avispas), Orthoptera (saltamontes, grillos) entre otros; así como las semillas de algunas acacias (huizaches), fabales (mezquites) y charales (algas verdes), forman parte de la alimentación de algunos peces, por lo que la destrucción y/o modificación del bosque de galería y sotobosque de las riberas del río afecta directamente a la comunidad íctica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con la distribución y abundancia de los peces, es notorio que las especies invasoras están ganando terreno a las nativas; incluso, en algunas estaciones que se muestrearon se encontró que la proporción de éstas es elevada, por lo que se deberán implementar estrategias que permitan la permanencia de las especies nativas, tales como preservación de algunos sitios donde existe una mayor variabilidad de especies y baja dominancia de otras; reproducción en cautiverio de especies con bajas poblaciones y/o en alguna categoría de riesgo, para su posterior liberación al ambiente natural; y por último, llevar a cabo monitoreos periódicos con la finalidad de detectar alteraciones en las poblaciones. También se debe evitar, en lo posible, que se sigan introduciendo especies, no sólo de peces sino de plantas, cangrejos, reptiles, tortugas y anfibios.

Figura 4. Carpita jorobada (*Cyprinella garmani*).
Foto: *Fernando Alonzo-Rojo.*

Figura 5. Carpita chihuahuense (*Notropis chihuahua*).
Foto: *Fernando Alonzo-Rojo.*

Figura 6. Carpa Mayrán (*Gila conspersa*).
Foto: *Fernando Alonzo-Rojo.*

Figura 7. Matalote del Nazas (*Catostomus nebuliferus*).
Foto: *Fernando Alonzo-Rojo.*

Figura 8. Carpita pinta (*Rhinichthys osculus*).
Foto: *Fernando Alonzo-Rojo.*

REFERENCIAS

Cardoza-Martínez, G.F, J.L. Estrada-Rodríguez, F. Alonzo-Rojo *et al.* 2011. Espectro trófico del bagre *Ictalurus punctatus* (Siluriformes: Ictaluridae), en la presa Lázaro Cárdenas, Indé, Durango, México. *Hidrobiológica* 21(2): 210-216.

Contreras-Balderas, S., M.L. Lozano-Vilano y M.E. García-Ramírez. 2005. Historical changes in the index of biological integrity for the lower Río Nazas, Durango, México. *American Fisheries Society Symposium* 45: 225-237.

Lozano-Villano, M.L. y M.E. García-Ramírez. 2014. Peces invasores en el noroeste de México. En: *Especies acuáticas invasoras de México.* R. Mendoza y P. Koleff. (coords.). CONABIO, México, pp. 401-412.

Miller, R.R., W.L. Minckley y S.M. Norris. 2009. *Peces dulceacuícolas de México.* CONABIO/SIMAC/ECOSUR/Consejo de Peces del Desierto, Ciudad de México.

Palacios-Villa, O.A. 2008. *Diversidad de la ictiofauna en el río Nazas, Durango, México.* Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Juárez del Estado de Durango.

Pérez-Ponce de León, G., R. Rosas-Valdéz, R. Aguilar-Aguilar *et al.* 2010. Helminth parasites of freshwater fishes, Nazas River basin, Northen Mexico. *Check List* 6(1): 26-35.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Soto-Calderón, M.E. 1996. *Ictiofauna de la cuenca media y baja del río Nazas, pertenecientes al estado de Durango, México.* Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Juárez del Estado de Durango.

Valencia-Castro, C.M. 2003. Plan de manejo del Parque Estatal Cañón de Fernández, en el municipio de Lerdo, estado de Durango. Universidad Juárez del Estado de Durango/Poder Ejecutivo del Estado de Durango/SEMARNAT.

Anfibios

Rosaura Valdez Lares • Raúl Muñiz Martínez • Héctor Gadsden Esparza
Gustavo Aguirre León • Rolando González Trápaga • José Gamaliel Castañeda Gaytán

DESCRIPCIÓN

Los anfibios son un grupo de vertebrados representados principalmente por las ranas y sapos (Anura) y que incluye a otros dos grupos menos conocidos, las salamandras (Caudata), a las que muchas personas conocen únicamente como ajolotes, que es el nombre que se les da a sus larvas acuáticas, y las cecilias (Gymnophiona), organismos excavadores que pasan prácticamente toda su vida bajo tierra y de las que no hay representantes en Durango.

Los anfibios tienen un ciclo de vida que consta de dos fases, una larvaria en la que se desarrollan sus primeras estadios y una terrestre o semiacuática en la que la mayoría pasa su vida como adulto. El desarrollo de las larvas puede presentar muchas variantes (Duellman y Trueb 1986, Duellman 1992); el más común es mediante larvas acuáticas que sufren una transformación para convertirse en adultos, aunque también hay algunos organismos que presentan desarrollo directo (por ejemplo algunas ranas y cecilias) en los que las larvas se desarrollan en el interior de las madres y emergen completamente desarrollados. Otro caso es el de algunas especies de salamandras, que pasan toda su vida como ajolotes.

Otra característica que reúne a todos los anfibios es su piel lisa, altamente glandular y desprovista de escamas, por la que ocurre parte de su respiración y absorción de agua. Al igual que los reptiles, los anfibios son animales ectotermos o de sangre fría, que regulan su temperatura dependiendo de la del medio ambiente (Pough *et al.* 2001).

DIVERSIDAD

En México, la riqueza de anfibios es de aproximadamente 361 especies descritas (Flores-Villela y Canseco-Márquez 2004). En Durango se conocen hasta el momento 34 especies de anfibios (Valdez-Lares *et al.* 2013a, b), de las cuales tres son salamandras y 31 son ranas y sapos, pertenecientes a ocho familias (apéndice 20) y que corresponden a 9.1% de las especies de México. Las tres especies de salamandras que habitan en Durango son similares en su fase adulta: su cuerpo es de color negro o café oscuro con machas de color amarillo, negras o rosas, dispersas en el cuerpo y cola (figura 1). Las larvas o ajolotes, en cambio, tienen un patrón de coloración diferente que va desde numerosas rayas de color amarillo intenso en *Ambystoma rosaceum* a pequeñas manchas oscuras o ausencia de manchas en *Ambystoma silvensis* (Webb 2004).

Las ranas y sapos son más fáciles de observar que las salamandras, aunque la mayoría son más activos durante la noche. Estos comprenden la mayor parte de las especies que se distribuyen en Durango, entre los que se encuentran ranas arborícolas de la familia Hylidae como *Hyla arenicolor* (figura 2) e *Hyla eximia*, que son las más comunes en el estado; ranitas terrestres como *Craugastor augusti* y *Eleutherodactylus saxatilis*, y las ranas semiacuáticas del género *Lithobates*.

DISTRIBUCIÓN

Los anfibios ocupan una gran diversidad de hábitats y se distribuyen desde zonas tropicales hasta semidesérticas. En el territorio de Durango confluyen dos grandes provincias biogeográficas, la provincia del Altiplano mexicano de la región Neártica y la provincia de la Sierra Madre Occidental de la región Neotropical (Morrone 2001), por lo que Durango posee una gran variedad de ecosistemas (cañadas tropicales, sierras, árido, semiárido, entre otros), en donde la diversidad de anfibios conforma un ensamble muy variado debido a que presentan diferentes formas y adaptaciones al medio ambiente.

De los anfibios que se encuentran en el estado, los menos conocidos por la gente son las salamandras o ajolotes (género *Ambystoma*), que muy raras veces pueden ser observados ya que se encuentran asociadas a

Valdez-Lares, R., R. Muñiz-Martínez, H. Gadsden, G. Aguirre-León, R. González-Trápaga y G. Castañeda-Gaytán. 2017. Anfibios. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 431-436.

Figura 1. Salamandra (*Ambystoma* sp.). Localidad: Agua Llovida.
Foto: *Jorge Nocedal.*

Figura 2. Rana arborícola (*Hyla arenicolor*). Localidad: Tres molinos.
Foto: *Gerardo Martín.*

arroyos de montaña, lagos y otros cuerpos de agua en hábitats que no han sido fuertemente perturbados. Algunos sapos, como *Incilius occidentalis* y *Anaxyrus cognatus* (figura 3), son más observados que los llamados sapos de espuelas *Scaphiopus couchii* y *Spea multiplicata*, ya que éstos, al igual que la ranita *Gastrophryne olivacea*, son de hábitos fosoriales, es decir, pasan la mayor parte del tiempo escondidos bajo tierra, debido a que se distribuyen sobre todo en la parte semidesértica del estado en donde la disponibilidad de agua es escasa, así que están adaptados a vivir enterrados para conservar la humedad de sus cuerpos y evitar la deshidratación.

La porción del estado en la que se ha reportado un mayor número de especies es la centro-occidental, correspondiente a los municipios de San Dimas, Pueblo Nuevo y Durango (figura 4). Tan sólo en el municipio de Pueblo Nuevo se han registrado 20 de las 34 especies que se enlistan para el estado, incluyendo las siete especies de ranitas terrestres de la familia Brachycephalidae, la mayoría de ellas conocidas hasta el momento sólo para este municipio.

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

En el estado se distribuyen 19 anfibios endémicos de México, 14 no endémicos y una especie introducida (apéndice 20). De acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT 2010),

Figura 3. Sapo (*Anaxyrus cognatus*). Localidad: Mapimí.
Foto: *Alberto González.*

nueve especies se encuentran en la categoría de protección especial (Pr) y únicamente una en la categoría de amenazada (A). Del total de especies, 33 han sido evaluadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) para su inclusión en alguna categoría del estatus de conservación (UICN 2015), 26 de las cuales se consideran de preocupación menor (LC), tres con datos insuficientes para incluirlos en alguna categoría (DD) y una como casi amenazada (NT); sólo tres especies están consideradas en las categorías de riesgo: dos vulnerables (VU) y una en peligro de extinción (EN).

De las especies enlistadas para Durango que figuran en la NOM-059, hasta el momento ninguna ha sido evaluada por medio del método de evaluación de riesgo de las especies (MER) para corroborar su estatus y justificar su inclusión en el listado de esta norma (SEMARNAT 2010). Del resto, *Spea multiplicata* ya ha sido evaluada, pero no se consideró necesario incluirla en alguna categoría de riesgo (Sánchez *et al.* 2007). Un ejemplo de una especie cuya necesidad de ser evaluada sobresale, es la ranita terrestre *Eleutherodactylus saxatilis*, especie endémica de México que está considerada por la UICN como en peligro de extinción (EN), debido a que su área de distribución se restringe a menos de 5 000 m² y su hábitat continúa deteriorándose (Santos-Barrera y Canseco-Márquez 2004).

Otro caso notable es el de la especie de rana *Lithobates chiricahuensis* (figura 5), considerada como amenazada (A) por la NOM-059 y como vulnerable (VU) por la UICN, en esta última debido a que se ha documentado que algunas poblaciones, principalmente de Estados Unidos, han disminuido drásticamente en los últimos años (Santos-Barrera *et al.* 2004). Esta especie fue recientemente estudiada en algunas localidades del centro de Durango y se observó que, en esta porción de la entidad, las poblaciones son grandes en número y aparentemente estables (Streicher *et al.* 2012). Lo anterior resalta la necesidad de tener un enfoque local en el estudio de las especies para determinar su situación actual y tener un panorama claro a nivel estatal y nacional de sus necesidades de conservación.

PRINCIPALES AMENAZAS

En los últimos años, los anfibios han sido objeto de numerosos estudios debido al declive a nivel mundial de sus poblaciones, causado por una gran cantidad de factores, entre ellos enfermedades, contaminación, destrucción del hábitat y cambio climático (Young *et al.* 2001). Además, las especies exóticas invasoras son reconocidas como una de las principales amenazas a la diversidad biológica, ya que afectan la integridad y función de los ecosistemas (CDB 2009). Sin embargo, los estudios que abordan la ecología y el estado de conservación de las

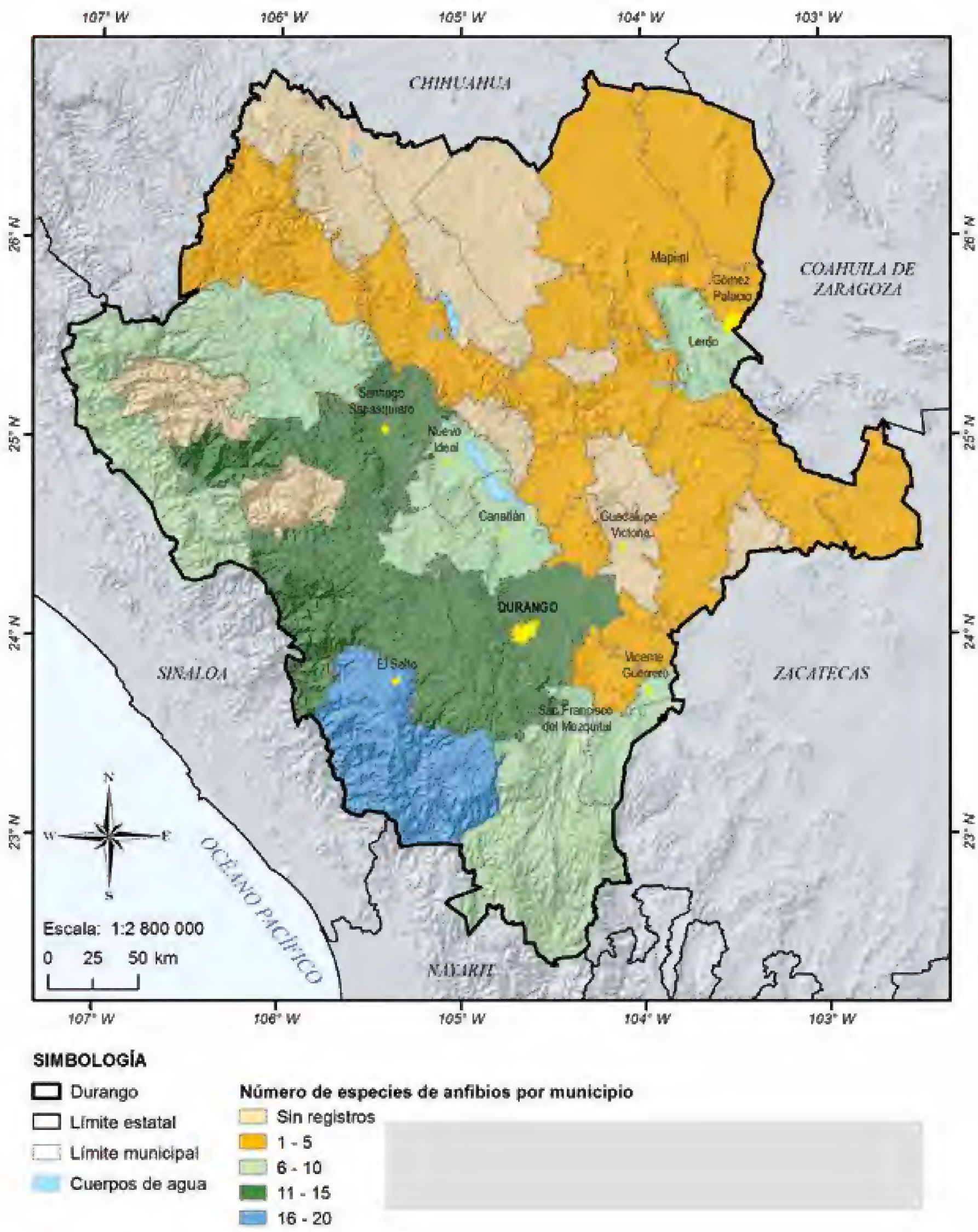


Figura 4. Número de especies de anfibios registradas por municipio en el estado.

Figura 5. Rana (*Lithobates chiricahuensis*). Localidad: Rancho El Durangueño, Canatlán.
Foto: *Rolando González.*

poblaciones de anfibios en Durango son escasos (p.e. Anderson y Webb 1978, Streicher *et al.* 2012), lo que dificulta llevar a cabo acciones de conservación apropiadas.

Muchos son los factores que pueden afectar actualmente las poblaciones de anfibios de Durango y de los que no se tiene conocimiento. Cambios drásticos en las temperaturas y patrones de precipitación, como la prolongada sequía que ha sufrido el estado en los últimos años, pueden ocasionar serias disminuciones a las poblaciones, e incluso llegar a causar la extinción de especies con requerimientos particulares o distribución restringida. Este fenómeno ya ha sido documentado en algunos países, como la extinción del sapo dorado (*Incilius periglenes*) de Costa Rica (Pounds y Crump 1994). Incluso especies abundantes pueden verse afectadas en un corto periodo de tiempo cuando los eventos climáticos extremos se combinan con enfermedades, como la quitridiomicosis, causada por el hongo quítrido de los anfibios (*Batrachochytrium dendrobatidis*), que ya ha sido encontrado en varias especies de anfibios en México (Frías-Álvarez *et al.* 2008).

La especie conocida comúnmente como rana toro (*Lithobates catesbeianus)* ha sido señalada como una posible dispersora de esta enfermedad (Daszak *et al.* 2004). Esta especie fue introducida hace ya mucho tiempo en Coahuila y ahora se encuentra en Chihuahua (Lemos-Espinal y Smith 2007), Durango (Estrada-Rodríguez *et al.* 2004, Gadsden *et al.* 2006), Sinaloa, Veracruz y otros estados del país, llegándose a considerar una peste en algunos lugares (Santos-Barrera *et al.* 2009). Especies introducidas de peces también pueden representar una seria amenaza para el desarrollo y supervivencia de las larvas de anfibios (Blaustein y Wake 1995).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se puede constatar, el estudio de los anfibios en Durango tiene aún muchas interrogantes por contestar. El inventario de especies puede verse modificado conforme se genere más información de este grupo, sobre todo a nivel municipal, ya que la mayoría cuenta actualmente con cinco o menos especies registradas (figura 4, apéndice 20). El listado que aquí se proporciona, pretende servir de punto de partida para lograr un mayor entendimiento de este grupo de vertebrados. Como se mencionó anteriormente, es difícil, si no imposible, hacer recomendaciones y tomar medidas de conservación o manejo para un grupo del que se tiene muy poco conocimiento a nivel local. Por esto, se resalta la necesidad de impulsar la investigación en áreas ligadas a la ecología de anfibios en Durango para poder contar con bases para desarrollar e implementar las medidas necesarias para asegurar, no sólo la permanencia o recuperación de las poblaciones de anfibios, sino para salvaguardar la salud de los ecosistemas en general.

REFERENCIAS

Anderson, J.D. y R.G. Webb. 1978. Life history aspects of the Mexican salamander *Ambystoma rosaceum* (Amphibia, Urodela, Ambystomatidae). *Journal of Herpetology* 12(1): 89-93.

Blaustein, A.R. y D.B. Wake. 1995. The puzzle of declining amphibian populations. *Scientific American* 272(4): 52-57.

CDB. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2009. Especies exóticas invasoras, una amenaza a la diversidad biológica. Montreal. En: <*http://www.cbd.int/invasive*>, última consulta: 18 de marzo de 2014.

Daszak, P., A. Strieby, A.A. Cunningham *et al.* 2004. Experimental evidence that the bullfrog (*Rana catesbeiana*) is a potential carrier of chytridiomycosis, an emerging fungal disease of amphibians. *Herpetological Journal* 14(4): 201-207.

Duellman, W.E. 1992. Reproductive strategies of frogs. *Scientific American* 267(1): 80-87.

Duellman, W.E. y L. Trueb. 1986. *Biology of amphibians.* McGraw-Hill, Inc., Nueva York.

Estrada-Rodríguez, J.L., S.V. Leyva-Pacheco y H. Gadsden. 2004. *Cañón de Fernández. Anfibios y reptiles.* Centro de Estudios Ecológicos de la Escuela Superior de Biología UJED, Instituto de Ecología A.C., Gómez Palacio.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 20(2): 115-144.

Frías-Álvarez, P., V.T. Vredenburg, M. Familiar-López *et al.* 2008. Chytridiomycosis survey in wild and captive mexican amphibians. *EcoHealt* 15: 18-26.

Frost, D.R. 2013. Amphibian species of the world: an online reference. Version 5.6 (9 January, 2013). American Museum of Natural History, Nueva York. Electronic Database. En: <*http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia*>, última consulta: 13 de agosto de 2013.

Gadsden, H., J.L. Estrada-Rodríguez y S.V. Leyva-Pacheco. 2006. Checklist of amphibians and reptiles of the Comarca Lagunera in Durango-Coahuila, Mexico. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society* 41: 2-9.

Lemos-Espinal, J.A. y H.M. Smith. 2007. *Anfibios y reptiles del estado de Chihuahua.* UNAM/CONABIO, México.

Morrone, J.J. 2001. *Biogeografía de América Latina y el Caribe* vol. 3. M&T-Manuales y Tesis SEA, Zaragoza.

Pounds, J.A. y M.L. Crump. 1994. Amphibian declines and climate disturbance: the case of the golden toad and the harlequin frog. *Conservation biology* 8(1): 72-85.

Pough, F., R.M. Andrews, J.E. Cadle *et al.* 2001. *Herpetology.* 2a edition. Prentice Hall, Nueva York.

Santos-Barrera, G. y L. Canseco-Márquez. 2004. *Eleutherodactylus saxatilis.* IUCN 2015. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.4. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 13 de abril de 2016.

Santos-Barrera, G., G. Hammerson y M. Sredl. 2004. *Lithobates chiricahuensis.* IUCN 2015. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015.4. En: <*http://www.iucnredlist.org.*>, última consulta: 13 de abril de 2016.

Santos-Barrera, G., G. Hammerson, B. Hedges *et al.* 2009. *Lithobates catesbeianus.* IUCN 2015. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015.4. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 13 de abril de 2016.

Sánchez, O., R. Medellín, A. Aldama *et al.* 2007. Método de evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres de México (MER). SEMARNAT/INE/UNAM/CONABIO, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Streicher, J.W., C.M. Sheehy III, O. Flores-Villela y J. Campbell. 2012. Morphological variation in a polychromatic population of Chiricahua leopard frogs (*Lithobates chiricahuensis*) from Durango, Mexico. *Journal of Herpetology* 46(3): 387-392.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.4. En <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 13 abril de 2016.

Valdez-Lares, R., R. Muñiz-Martínez, H. Gadsden *et al.* 2013a. Checklist of amphibians and reptiles of the state of Durango, México. *Check List* 9(4): 714-724.

Valdez-Lares, R., G. Martín-Muñoz de Cote, R. Muñiz-Martínez *et al.* 2013b. New distributional records for amphibians from Durango, Mexico. *Herpetological Review* 44(4): 646-649.

Webb, R.G. 2004. Observations on tiger salamanders (*Ambystoma tigrinum* complex, Family Ambistomatidae) in Mexico with description of a new species. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 40: 122-143.

Young, B.E., K.R. Lips, J.K. Reaser *et al.* 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology* 15: 1213-1223.

La rana toro (*Lithobates catesbeianus*), especie exótica e invasora introducida en el Parque Estatal Cañón de Fernández (PECF)

Omag Cano Villegas • José Gamaliel Castañeda Gaytán • Amorita Ivonne Salas Westphal

INTRODUCCIÓN

Una de las principales amenazas para el equilibrio de los ecosistemas es la presencia de especies exóticas,[1] invasoras[2] y altamente dañinas como la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) y otras especies de agua dulce. Su introducción puede ser accidental, generalmente en transportes, comercio o por actividades humanas diversas como mascota, ornato, alimento, etc. (CANEI 2010). La magnitud del impacto de estas invasiones biológicas puede llegar a ser enorme en términos ecológicos, sobre todo en ecosistemas que se consideran aislados por barreras geográficas, que dificultan la dispersión de las especies (como montañas, ríos y desiertos), por lo que el riesgo es mucho mayor que en regiones abiertas (Aguirre-Muñoz *et al.* 2009).

En las áreas naturales protegidas (ANP), como el Parque Estatal Cañón de Fernández (decretado sitio Ramsar No. 1747 por sus beneficios como refugio, corredor biológico y riqueza en biodiversidad), se debe tener especial precaución para evitar la introducción de especies exóticas e invasoras, o bien, establecer programas para manejar las especies nativas, pues estos sitios juegan un papel muy importante como refugios, donde se debe promover y garantizar el mantenimiento de la salud integral de los ecosistemas (Flores-Aldana 2007). Desgraciadamente para el ANP ya se tiene registro de la introducción de algunas especies consideradas como invasoras, por ejemplo, la rana toro (*L. catesbeianus*), el acocil rojo (*Procambarus clarkii*) y la carpa común (*Cyprinus carpio*), entre otras, principalmente con fines de autoconsumo o comercio a nivel regional (Valencia 2003, Gadsden *et al.* 2006, Hernández *et al.* 2008).

1 No son nativas o "pioneras" del lugar.

2 Se adaptan a las condiciones locales y sus poblaciones crecen de manera desmedida, utilizan el nicho espacial y los recursos que antes aprovechaban las especies nativas, inclusive es muy común que se conviertan en depredadoras voraces.

LA RANA TORO (*Lithobates catesbeianus*)

Esta especie es una rana norteamericana de gran tamaño (hasta 50 cm de longitud) y posee una gran capacidad colonizadora por su habilidad de adaptación a prácticamente cualquier cuerpo de agua (Álvarez-Romero *et al.* 2005). Son depredadores altamente voraces y oportunistas que pueden competir con especies nativas de anfibios por espacio y recursos (Wang y Li 2009). Los machos se caracterizan por una coloración amarillenta en la garganta y un tamaño del tímpano mayor que el del globo ocular (figura 1), emiten un llamado (similar a un burro o vaca) que sirve para atraer hembras y defender su territorio de otros machos. Las hembras no poseen una coloración distintiva (figura 2) ni son territoriales, generalmente recorren grandes distancias en busca de sitios de ovoposición, los cuales son defendidos y custodiados por el macho (Bee y Gerhardt 2001).

LA RANA TORO COMO DEPREDADOR EXÓTICO EN EL PECF

En 2012 se realizó un estudio acerca del papel como depredador exótico de la rana toro en el ANP Cañón de Fernández para dar a conocer la magnitud del daño que causa esta especie y proponer estrategias para su control y erradicación (figura 3). En dicho estudio se colectaron 30 individuos en estado silvestre y se extrajeron los contenidos estomacales parcialmente digeridos. Las muestras más frecuentemente recuperadas fueron escarabajos (orden Coleoptera), abejas y avispas (orden Hymenoptera), mariposas (orden Lepidoptera), arañas (orden Aranae), cochinillas (orden Isopoda), caballitos del diablo y libélulas (orden Odonata), entre otros invertebrados como el acocil rojo (*P. clarkii*).

En el PECF la rana toro (*R. catesbeianus*) cohabita con anfibios nativos como la rana leopardo (*L. berlandieri*), el

Cano-Villegas, O., G. Castañeda-Gaytán y A.I. Salas-Westphal. 2017. La rana toro (*Lithobates catesbeianus*), especie exótica e invasora introducida en el Parque Estatal Cañón de Fernández (PECF). En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 438-441.

Figura 1. Macho de rana toro (*L. catesbeianus*).
Foto: *Carlos Galindo Leal/Banco de imágenes* CONABIO.

Figura 2. Hembra de rana toro.
Foto: *Víctor Hugo Luja/Banco de imágenes* CONABIO.

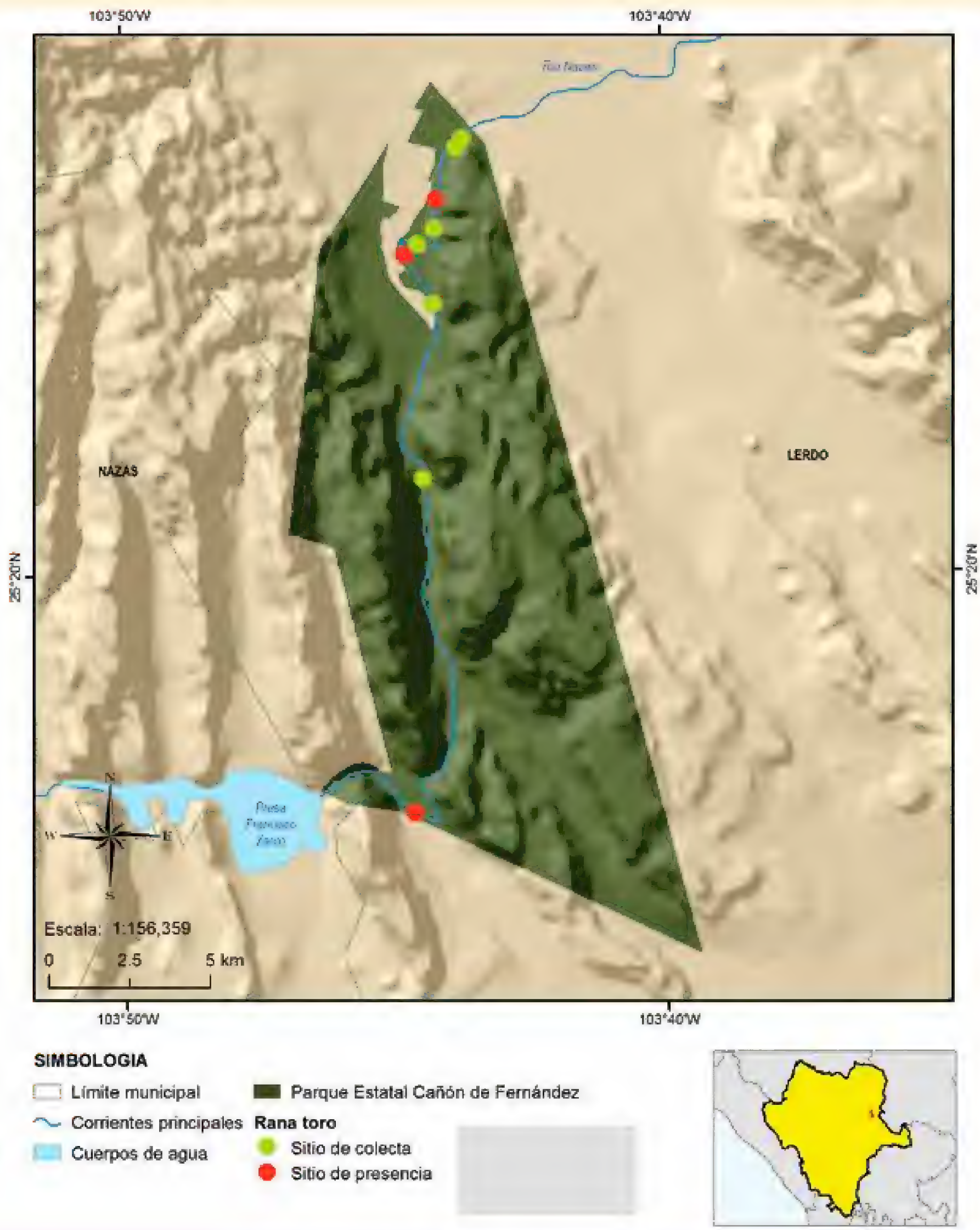


Figura 3. Sitios de presencia de rana toro en el Parque Estatal Cañón de Fernández (PECF), 2012.

sapo verde (*Anaxyrus debilis*) y la rana olivo (*Gastrophryne olivacea*), los cuales se encuentran sujetos a protección especial (Pr) por la norma mexicana 059 (SEMARNAT 2010), pero se conoce poco sobre los efectos de depredación de la rana toro sobre las poblaciones de los anfibios nativos (Gadsden *et al.* 2006, Cano-Villegas 2013).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es necesario dar continuidad a las investigaciones, pues aunque no se encontró evidencia de que la rana toro consuma a las especies de anfibios en estatus especial de conservación, aún no se puede estimar el grado de impacto que genera.

En conclusión, la amenaza de la rana toro está latente; de acuerdo con las evidencias y la información disponible, la rana toro es una especie muy grande, voraz y bien adaptada a las condiciones del Cañón de Fernández, se considera altamente competitiva por su éxito reproductivo, por su facilidad para acaparar espacios y recursos alimenticios, además de contar con pocos enemigos naturales. Este es un claro ejemplo de la desatención e ignorancia sobre las consecuencias que tiene la manipulación de animales exóticos y su liberación en hábitats de vida silvestre.

Se necesitan estudios específicos sobre el tamaño de sus poblaciones y de las poblaciones de sus presas, preferencia de hábitat, la dieta de los adultos, aspectos reproductivos, así como proponer estrategias de control y erradicación.

REFERENCIAS

Aguirre-Muñoz, A., R. Mendoza-Alfaro *et al.* 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México, pp. 277-318.

Álvarez-Romero, J., R.A. Medellín, H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita. 2005. *Rana catesbeiana. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales.* Instituto de Ecología, UNAM. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México.

Bee, M.A. y H.C. Gerhardt. 2001. Neighbor-stranger discrimination by territorial bullfrogs (*Rana catesbeiana*): II. Perceptual basis. *Animal Behavior* 62: 1141-50.

Cano-Villegas, O. 2013. *La rana toro (Ranidae: Lithobates catesbeiana) como depredador exótico en el Cañón de Fernández (Sitio Ramsar No. 1747), Durango, México.* Tesis de licenciatura en Facultad de Ciencias Biológicas. UJED, Gómez Palacio.

CANEI. Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. CONABIO/CONANP/SEMARNAT, México.

Flores-Aldana, J.D. 2007. Ficha informativa de los humedales Ramsar. Parque Estatal Cañón de Fernández. México.

Gadsden, H., J.L. Estrada-Rodríguez y S.V. Leyva-Pacheco. 2006. Checklist of amphibians and reptiles of the Comarca Lagunera in Durango-Coahuila, Mexico. *Bulletin Chicago Herpetological Society* 41(1): 2-9.

Hernández, L., A.M. Maeda-Martínez, G. Ruiz-Campos *et al.* 2008. Geographic expansion of the invasive red crayfish *Procambarus clarkii* (Girard 1852) (Crustacea: Decapoda) in Mexico. *Biological Invasions* 10(7): 977-984.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Valencia, C.C. 2003. Plan de manejo del Parque Estatal Cañón de Fernández en el municipio de Lerdo, estado de Durango. Universidad Juárez del Estado de Durango.

Wang, Y. e Y. Li. 2009. Habitat selection by the introduced american bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) on Daishan Island, China. *Journal of Herpetology* 43(2): 205-211.

Reptiles

Rosaura Valdez Lares • Héctor Gadsden Esparza • Raúl Muñiz Martínez • José Gamaliel Castañeda Gaytán • Gustavo Aguirre León

DESCRIPCIÓN

Los reptiles son animales de formas y comportamientos muy variados que, sin embargo, poseen ciertos atributos en común. Dentro de este grupo se encuentran las tortugas (Testudines), las serpientes, lagartos y lagartijas (Squamata), los cocodrilos (Crocodylia) y el tuatara (Rhyncocephalia). Todos ellos se caracterizan por tener una piel recubierta de escamas o escudos que los protegen contra la desecación, y por ser animales ectotermos, lo que significa que regulan su temperatura en respuesta a la temperatura del medio ambiente (Young 1977). Es por esto que algunos reptiles tienen largos periodos de hibernación durante el invierno o permanecen inactivos durante las horas más frías del día hasta que la temperatura es adecuada para poder realizar sus actividades, como conseguir alimento y reproducirse. Por lo tanto, si la capacidad de regular la temperatura de cualquier organismo ectotermo se ve comprometida, la reproducción, el crecimiento y la persistencia de sus poblaciones pueden disminuir críticamente (Gadsden y Castañeda 2012).

DIVERSIDAD

México cuenta con una gran riqueza herpetofaunística (anfibios y reptiles). De las 1165 especies que se conocen actualmente, alrededor de 800 son reptiles (Flores-Villela y Canseco-Márquez 2004). En Durango se han registrado un total de 123 especies de reptiles (Muñiz Martínez *et al.* 2014; Valdez-Lares *et al.* 2013, 2015), entre ellas cinco tortugas, 58 lagartijas y 60 serpientes (apéndice 21), correspondientes a 58 géneros y 18 familias.

Las tortugas de los géneros *Kinosternon* y *Trachemys* son de agua dulce y habitan en los ríos, presas, lagunas y otros cuerpos de agua. A diferencia de éstas, las tortugas del género *Gopherus* son animales terrestres que habitan la zona del semidesierto y que pasan la mayor parte del tiempo en madrigueras que excavan bajo tierra.

Dentro del variado grupo de serpientes, lagartos y lagartijas en el estado, se encuentran especies adaptadas a diferentes hábitats y hábitos. Las hay semiacuáticas, como las culebras del género *Thamnophis*; especies saxícolas, que viven en grietas entre rocas, como algunas lagartijas de los géneros *Xantusia* y *Sceloporus*; especies arborícolas, como la culebra *Oxybelis aeneus*, y algunas otras lagartijas del género *Sceloporus*; algunas con dietas particulares, como las lagartijas del género *Phrynosoma*, que se alimentan principalmente de hormigas (Montanucci 1989); y algunas especies que viven prácticamente toda su vida bajo tierra, como la culebra ciega *Leptotyphlops segregus*.

Sin embargo, una característica hace que un grupo de reptiles sobresalga: las especies venenosas, entre las que se encuentran las víboras de cascabel (género *Crotalus*), reconocidas por la mayoría de las personas, y el lagarto conocido como escorpión mexicano (*Heloderma horridum*), una de las dos únicas especies de lagartos venenosos en México. Probablemente este último sea menos conocido en Durango ya que es una especie poco común y su presencia en el estado no fue registrada hasta hace poco (Muñiz-Martínez y Rojas Pérez 2009).

DISTRIBUCIÓN

Existen zonas en la entidad que han recibido más atención que otras en cuanto a estudios de herpetofauna y en donde se tiene un mayor conocimiento de las especies de reptiles que están presentes. En el noreste del estado destacan dos regiones que forman parte del Desierto Chihuahuense, la Reserva de la Biosfera de Mapimí y la Comarca Lagunera, compartidas con los estados colindantes de Chihuahua y Coahuila. En los últimos años se han realizado varios estudios sobre la herpetofauna de esta zona (p.e. Castañeda-Gaytán *et al.* 2005, Gadsden *et al.* 2006, Estrada-Rodríguez *et al.* 2006, 2008). También la porción centro-occidental del estado cuenta con diversos estudios que hacen referencia a su herpetofauna (p.e. Webb y Baker 1962, Webb 1984).

Los municipios en los que se han reportado un mayor número de especies son Lerdo, Durango, Pueblo

Valdez-Lares, R., H. Gadsden, R. Muñiz-Martínez, *G. Castañeda-Gaytán y G. Aguirre León.* 2017. Reptiles. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 443-449.

Cuadro 1. Número de especies de reptiles endémicos e incluidos en alguna categoría de riesgo

Grupo	Especies en Durango	Endémicas de México		Endémicas de Durango		NOM-059		UICN	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Tortugas	5	3	60.00	0	0.00	3	60.00	2	40.00
Lagartijas	58	27	46.50	1	1.70	18	31.00	1	1.70
Serpientes	60	21	35.00	2	3.30	26	43.30	2	3.30
Total	**123**	**51**	**41.40**	**3**	**2.40**	**47**	**38.20**	**5**	**4.00**

Nuevo, Tlahualilo, Gómez Palacio y San Dimas (entre 33 y 54 especies), correspondientes a las zonas mencionadas (figura 1). En los municipios restantes se ha registrado un menor número de especies e, incluso, de algunos aún no se tiene registro de las especies presentes.

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

Del total de especies de reptiles registradas en Durango, 47 se encuentran listadas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT 2010) (cuadro 1 y apéndice 21): 23 están consideradas en la categoría de protección especial (Pr), 21 en la categoría de amenazadas (A) y tres en peligro de extinción (P).

Las tres especies de reptiles consideradas en peligro de extinción por la NOM-059 (SEMARNAT 2010), son las lagartijas *Xantusia bolsonae* (figura 2), *Uma paraphygas* (figura 3) y la tortuga terrestre *Gopherus flavomarginatus* (figura 4), que se distribuyen únicamente en una parte de la zona semiárida del estado (Bolsón de Mapimí), por lo que su supervivencia está directamente relacionada a la conservación de este hábitat.

Por su parte, 108 de las especies de reptiles enlistadas para Durango han sido evaluadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), y a excepción de seis especies que son consideradas con datos insuficientes (DD), el resto se incluyeron en alguna categoría del estatus de conservación de las especies (UICN 2013). Únicamente cinco especies están consideradas dentro de alguna categoría de amenaza: cuatro vulnerables (VU) y una en peligro de extinción (EN); se trata de la culebra de hábitos semiacuáticos *Thamnophis melanogaster*, que se incluyó en esta categoría debido a que se ha registrado una reducción drástica de sus poblaciones asociado a la destrucción de su hábitat, principalmente por la contaminación de los cuerpos de agua (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz 2007). El resto se encuentran listadas como de preocupación menor (LC) o casi amenazadas (NT) (apéndice 21).

De las 123 especies enlistadas para Durango, 41.4% son endémicas de México, lo que significa que su distribución se restringe a zonas dentro del territorio nacional, y de éstas, sólo tres son consideradas endémicas de Durango ya que hasta el momento no han sido registradas en ningún otro estado de la república (cuadro 1).

La lagartija *Xantusia bolsonae* es una de las tres especies endémicas de Durango. Es de hábitos nocturnos y crepusculares, está adecuada a vivir en grietas entre rocas y abajo de ellas y se encuentra únicamente en algunas zonas de los municipios de Cuencamé, Lerdo y Tlahualilo (Webb 1970, Flores-Villela *et al.* 1990, Hedges *et al.* 1991).

Las otras dos especies endémicas de Durango son dos culebras, muy parecidas en forma y que se distribuyen en la parte central de la Sierra Madre Occidental. *Adelophis foxi* se describió en 1968 (Rossman y Blaney 1968) con ejemplares colectados en el municipio de Pueblo Nuevo y desde hace más de 30 años no se ha vuelto a registrar. *Tamnophis nigronuchalis* es conocida en varias localidades de los municipios de Durango, Pueblo Nuevo y San Dimas (Thompson 1957, Wood *et al.* 2011). Sin embargo, muchos aspectos de la ecología y distribución actual de estas dos especies son aún desconocidos, razón por la cual la UICN (2013) las enlista en la categoría de DD.

PRINCIPALES AMENAZAS

La pérdida y degradación de los hábitats, las enfermedades, la contaminación, las especies invasoras introducidas, la extracción de reptiles de su hábitat para su uso y comercio, así como el cambio climático, son

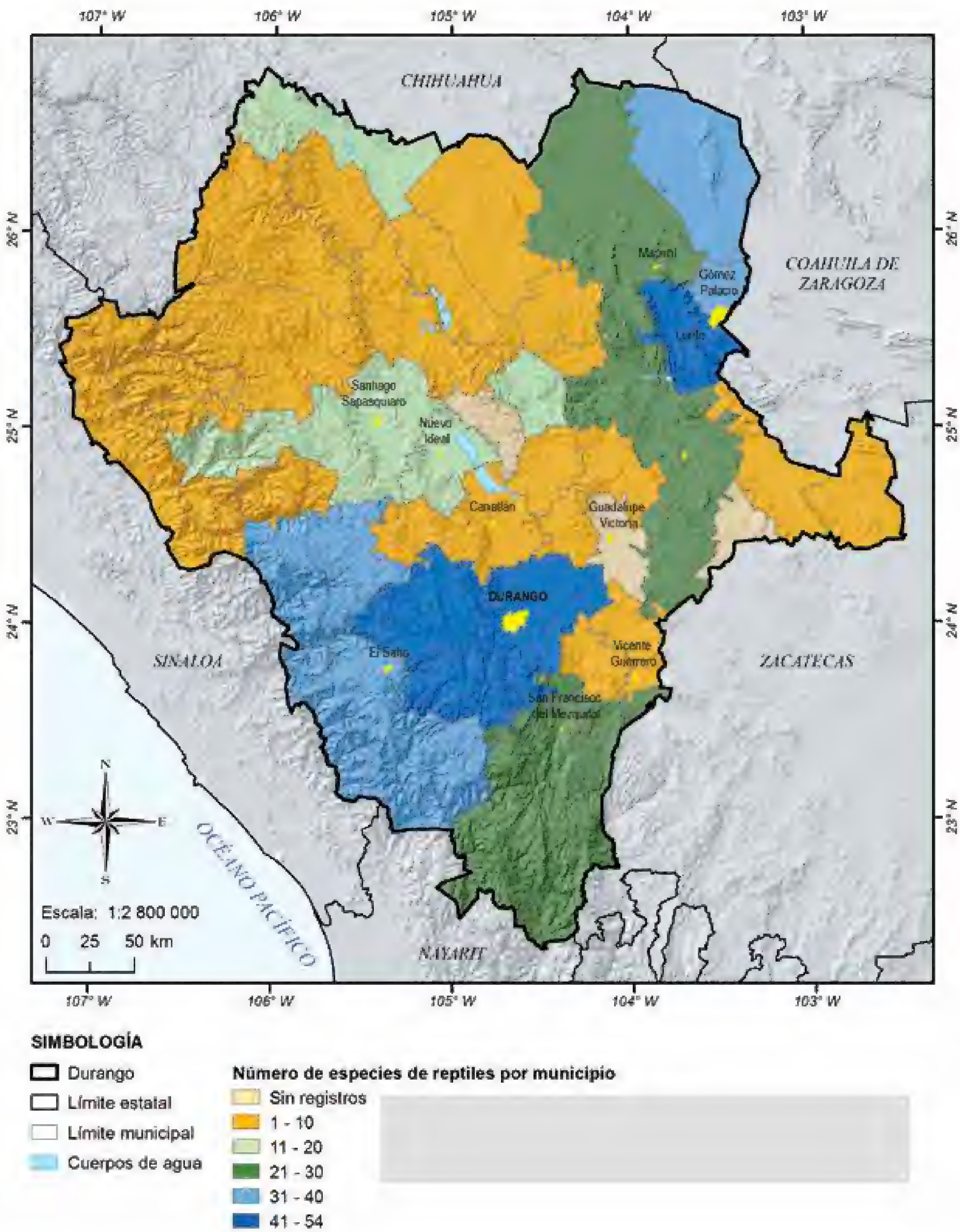


Figura 1. Número de especies de reptiles registradas por municipio en la entidad.

Figura 2. Lagartija nocturna del Bolsón (*Xantusia bolsonae*), considerada en peligro de extinción por la NOM-059.
Foto: *Héctor Gadsden.*

algunas de las causas que se han detectado a nivel mundial como causantes del declive y la pérdida de las poblaciones de reptiles (Todd *et al.* 2010).

En México, desde el año 2001 se comenzó a implementar el método de evaluación de riesgo de las especies (MER) como instrumento para que una especie pueda ser incluida en la NOM-059 o cambiar la categoría de riesgo actual (Sánchez *et al.* 2007). En la versión actual de esta norma se señalan como evaluadas únicamente dos de las especies de lagartijas presentes en Durango, *X. bolsonae* y *Uta stansburiana* (SEMARNAT 2010).

En su evaluación, *X. bolsonae* fue considerada en la categoría de amenazada mencionando que se desconocen datos históricos sobre el estado de sus poblaciones, así como la situación actual del hábitat con respecto de las necesidades de esta especie (Flores-Villela y Rubio-Pérez 2008a). Actualmente se señala como en peligro de extinción. Se ha considerado que el mayor riesgo que enfrenta esta especie es su extracción del medio natural para el comercio en el mercado de mascotas en México y en el extranjero (Fitzgerald *et al.* 2004). Por su parte, la UICN considera que esta especie se categriza como DD debido a la incertidumbre en cuanto a su rango preciso de distribución, el estatus de sus poblaciones y de sus requerimientos ecológicos, mencionando que las mayores amenazas que enfrenta se relacionan con su rango de distribución restringida (Gadsden y Santos-Barrera 2007).

De igual manera *U. stansburiana* fue evaluada y colocada en la categoría de protección especial, identificándose como factores de riesgo para esta especie los depredadores introducidos en las islas donde habita, así como la alteración de su hábitat por actividades humanas (Flores-Villela y Rubio-Pérez 2008b). Esta especie se encuentra actualmente en la categoría de amenazada (SEMARNAT 2010) y al igual que la lagartija de arena, *U. paraphygas*, recientemente se ha señalado que sus poblaciones pueden llegar a verse seriamente afectadas en los próximos años debido al calentamiento global y a la reducción de su hábitat natural (Ballesteros-Barrera *et al.* 2007, Gadsden y Castañeda 2012).

Las amenazas particulares que sufren el resto de las especies en la entidad no son conocidas o no han sido documentadas. Tampoco se ha estudiado el efecto de las dos especies de reptiles introducidas que se han registrado en Durango, la cuija *Hemidactylus turcicus* (Lemos-Espinal *et al.* 2001) y la culebra ciega de maceta *Rhamphotyphlops bramminus* (Guzmán y Muñiz-Martínez 1999).

Figura 3. Lagartija de arena (*Uma paraphygas*), considerada en peligro de extinción por la NOM-059.
Foto: *Gerardo Martín.*

Figura 4. Tortuga del Bolsón (*Gopherus flavomarginatus*), considerada en peligro de extinción por la NOM-059.
Foto: *Gerardo Martín.*

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general el estudio de la herpetofauna en el estado se ha desarrollado a un ritmo pausado y esporádico. El conocimiento del grupo de reptiles en Durango presenta muchas oportunidades de estudio ya que por ahora únicamente se tiene un panorama general de la biodiversidad de este grupo y, por lo tanto, será necesario llegar a profundizar en su distribución, diversidad, taxonomía y ecología, para determinar integralmente las necesidades para su preservación, conservación y su posible uso sustentable.

Determinar con certidumbre cuáles fueron los procesos para producir esta biodiversidad de reptiles en el estado debe ser motivo de constante estudio. También se requiere conocer con precisión las áreas de mayor biodiversidad y endemismos de reptiles y su relación en la conservación de áreas naturales del estado, para lo cual es de gran apoyo el campo de la biogeografía, por lo que es muy importante incrementar la investigación dentro de esta temática.

Dada la enorme destrucción de ecosistemas y recursos naturales en los diferentes biomas del estado, un reto importante será el generar conciencia social sobre la necesidad e importancia ecológica de conservar la biodiversidad de los reptiles, a la par de impulsar la investigación sobre especies de importancia económica y especies de importancia para la salud pública, como el caso de serpientes y saurios venenosos, que permita un mayor conocimiento y un mejor aprovechamiento, sin el espectro de la declinación de poblaciones y su eventual extinción.

El fenómeno conocido como cambio climático global representa un desafío sobre cómo afrontar las nuevas condiciones climáticas que se están dando y que continuarán en las próximas décadas en el planeta, y la forma de mitigarlas para intentar la conservación de las especies. Se tendrá que contribuir al conocimiento de los efectos de este factor en el mayor número posible de especies de reptiles.

Finalmente, un aspecto que ha sido crítico en las últimas décadas, dada la riqueza de reptiles en el país y la necesidad de su investigación dentro de los diferentes campos, es la formación de recursos humanos en el estado, que aun cuando en el presente se ha incrementado, las problemáticas mencionadas requerirán de la participación de un mayor número de herpetólogos dispuestos a afrontar los retos que representan el estudio de los reptiles y su conservación.

REFERENCIAS

Ballesteros-Barrera, C., E. Martínez-Meyer y H. Gadsden. 2007. Effects of land-cover transformation and climate change on the distribution of two microendemic lizards, genus *Uma*, of Northern Mexico. *Journal of Herpetology* 41(4): 733-740.

Castañeda-Gaytán, G., C. García de la Peña, D. Lazcano y A. Salas-Westphal. 2005. Herpetological diversity of the low basin of the Nazas River in Durango, Mexico. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society* 40(2): 34-37.

Estrada-Rodríguez, J.L., H. Gadsden, S.V. Leyva-Pacheco y T.U. Morones-Long. 2006. Herpetofauna del cañón "Piedras Encimadas, Sierra El Sarnoso", Durango, México. En: *Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad.* A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (eds.). Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana No. 3, pp. 1-23.

Estrada-Rodríguez, J.L., J.C. Rodríguez-Ortiz, S.V. Leyva-Pacheco y H. Gadsden. 2008. Anfibios y reptiles de la cuenca media del Río Nazas (segmento Nazas-Rodeo, Durango, México). *Agrofaz* 8(1): 89-106.

Fitzgerald, L.A., C.W. Painter, A. Reuter y C. Hoover. 2004. *Collection, trade, and regulation of reptiles and amphibians of the Chihuahuan Desert Ecoregion.* TRAFFIC North America, Washington, D.C.

Flores-Villela, O., O. Sánchez-Herrera y R.L. Bezy. 1990. *Xantusia bolsonae. Herpetological Review* 21(4): 97.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 20(2): 115-144.

Flores-Villela, O. e I.V. Rubio-Pérez. 2008a. *Ficha técnica de Xantusia bolsonae. Evaluación del riesgo de extinción de setenta y tres especies de lagartijas (Sauria) incluidas en la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2001.* O. Flores-Villela (comp.). Facultad de Ciencias, UNAM/Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. CK008. México.

—. 2008b. *Ficha técnica de Uta stansburiana. Evaluación del riesgo de extinción de setenta y tres especies de lagartijas (Sauria) incluidas en la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2001.* O. Flores-Villela (comp.). Facultad de Ciencias, UNAM/Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. CK008. México.

Gadsden, H. y G. Castañeda. 2012. *Los lagartos al filo de la navaja climática. Extinción de lagartos por el calentamiento global.* Editorial Académica Española.

Gadsden, H., J.L. Estrada-Rodríguez y S.V. Leyva-Pacheco. 2006. Checklist of amphibians and reptiles of the Comarca Lagunera in Durango-Coahuila, Mexico. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society* 41(1): 2-9.

Gadsden, H. y G. Santos-Barrera. 2007. *Xantusia bolsonae.* IUCN 2015. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015.4. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 13 de abril de 2016.

Guzmán, A.F. y R. Muñiz-Martínez. 1999. Primer registro de *Rham-*

photyphlops braminus (Daudin, 1803) (Reptilia: Typhlopidae) para el estado de Durango, México. *Vertebrata Mexicana* (5): 1-3.

Hedges, S.B., R.L. Bezy y L.R. Maxson. 1991. Phylogenetic relationships and biogeography of Xantusiid Lizards, Inferred from mitochondrial DNA sequences. *Molecular Biology and Evolution* 8(6): 767-780.

Lemos-Espinal, J.A., H.M. Smith y D. Chiszar. 2001. *Hemidactylus turcicus turcicus.* Distributional record. *Herpetological Review* 32(4): 276.

Liner, E.A. 2007. A checklist of the amphibians and reptiles of México. *Occasional Papers of the Museum of Natural Science. Louisiana State University* (80): 60.

Montanucci, R.R. 1989. The relationship of morphology to diet in the horned lizard genus *Phrynosoma. Herpetologica* 45(2): 208-216.

Muñiz-Martínez, R. y M.A. Rojas-Pérez. 2009. Registro nuevo del escorpión mexicano *Heloderma horridum* (Reptilia: Helodermidae) en Durango, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 871-873.

Muñiz-Martínez, R., R. Valdez-Lares y D. Ramírez-Noya. 2014. *Holbrookia elegans.* Distributional record. *Herpetological Review* 45(4): 659.

Rossman, D.A. y R.M. Blaney. 1968. A new natricine snake of the genus *Adelophis* from western Mexico. *Occasional Papers of the Museum of Zoology. Louisiana State University* (35): 1-12.

Sánchez, O., R. Medellín, A. Aldama *et al.* 2007. *Método de evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México.* SEMARNAT/INE/UNAM/CONABIO.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Thompson, F.G. 1957. A new mexican Gartersnake (genus *Thamnophis*) with notes on related forms. *Occasional papers of the Museum of Zoology. University of Michigan* 584: 1-10.

Todd, B.D., J.D. Willson y J.W. Gibbons. 2010. The global status of reptiles and causes of their decline. *Ecotoxicology of amphibians and reptiles.* D.W. Sparling, G. Linder, C.A. Bishop y S. Crest (eds.). CRC Press, pp. 47-67.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2013. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 13 agosto de 2013.

Valdez-Lares, R., R. Muñiz-Martínez, H. Gadsden *et al.* 2013. Checklist of amphibians and reptiles of the state of Durango, México. *Check List* 9(4): 714-724.

Valdez-Lares, R., R. Muñiz-Martínez y U.O. García-Vázquez. 2015. Asignación taxonómica de las lagartijas del género *Sceloporus* (Squamata: Phrynosomatidae) de la Colección Herpetológica del CIIDIR-IPN-Durango. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 31:345-357.

Vázquez-Díaz, J. y G.E. Quintero-Díaz. 2007. *Thamnophis melanogaster.* IUCN 2015. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015.4. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 13 de abril de 2016.

Webb, R.G. 1970. Another new night lizard (*Xantusia*) from Durango, Mexico. *Contributions in Science. Los Angeles County Museum of Natural History* 194: 1-10.

—. 1984. Herpetogeography in the Mazatlán-Durango region of the Sierra Madre Occidental, Mexico. *Vertebrate ecology and systematics: a tribute to Henry S. Fitch.* R.A. Seigel, L.E. Hunt, J.L. Knight *et al.* (eds.). Museum of Natural History. Lawrence: The University of Kansas, pp. 217-241.

Webb, R.G. y R.H. Baker. 1962. Terrestrial vertebrates of the Pueblo Nuevo area of southwestern Durango, Mexico. *The American Midland Naturalist* 68(2): 325-333.

Wood, D.A., A.G.Vandergast, J.A. Lemos-Espinal *et al.* 2011. Refugial isolation and divergence in the Narrowheaded Gartersnake species complex (*Thamnophis rufipunctatus*) as revealed by multilocus DNA sequence data. *Molecular Ecology* 20: 3856-3878.

Young, J.Z. 1977. *La vida de los vertebrados.* Ediciones Omega, S.A., Barcelona.

Extinción de lagartijas del género *Sceloporus* por el calentamiento global, proyección de un modelo de extinción mundial

Héctor Gadsden Esparza • Rosaura Valdez Lares • José Gamaliel Castañeda Gaytán • Raúl Muñiz Martínez

INTRODUCCIÓN

La expresión generalizada de calentamiento global es una manera común de referirse al fenómeno del incremento de la temperatura media del planeta y se asocia a un cambio climático que puede manifestarse por causas antropogénicas o de otra índole. El cambio climático lo han demostrado las observaciones científicas del incremento de la temperatura media de la atmosfera y del océano, de la fusión extensa de nieves y hielos, del incremento del promedio mundial del nivel del mar, pérdida del permafrost (capa de hielo permanentemente congelada en los niveles superficiales del suelo de las regiones muy frías), y efectos diversos en los ecosistemas y su biodiversidad. De acuerdo a los informes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) de la ONU, el principal efecto que causa el calentamiento global es el efecto invernadero, término que se refiere a la absorción por ciertos gases atmosféricos (fundamentalmente H_2O, seguido por CO_2 y O_3) de una fracción de la energía que refleja el suelo, como consecuencia de haber sido calentado por la radiación solar (Kiehl y Trenberth 1997). De acuerdo con la evaluación de los ecosistemas del último milenio, es posible que antes del fin de este siglo el cambio climático se convierta en la fuerza directriz dominante de la pérdida de la diversidad biológica (IPCC 2007).

EFECTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL SOBRE LA BIODIVERSIDAD

El cambio climático ha afectado y continuará afectando la diversidad biológica. Debido al rápido ritmo con el que está ocurriendo este fenómeno climático, plantas y animales presentan problemas de adaptación, resultando en cambios en la distribución de especies, aumento de las tasas de extinción, cambios en los tiempos de reproducción y en los patrones de migración de aves, así como modificaciones en los patrones de crecimiento de las plantas, entre otros (CDB 2003).

Como ejemplo paradigmático de lo anterior, el objetivo de este trabajo es difundir cómo las extinciones de lagartijas en el planeta se están extendiendo actualmente con celeridad en diversas regiones del mundo, incluyendo México y sus estados del norte, como Durango. Esto demanda estudios integrales y pluridisciplinarios de este fenómeno ambiental el cual está abatiendo la biodiversidad de las lagartijas al cambiar sus hábitos conductuales para poder sobrellevar, al menos temporalmente, los efectos del cambio climático global. También se requiere analizar su nexo con una diversidad de parámetros incluyentes que apenas se empiezan a correlacionar para comprender cómo opera este evento ambiental multidimensional y llegar a mitigar en la medida de lo posible sus efectos (Gadsden y Castañeda 2012).

El calentamiento global está llevando a la extinción a poblaciones locales y especies de lagartijas en el mundo (Sinervo *et al.* 2010a). De hecho, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) firmado en 1992 en el marco de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, Brasil, enfatiza al cambio climático global como una de las cinco principales causas de la pérdida de biodiversidad. Durango no es la excepción y las lagartijas que se encuentran distribuidas en él también están subordinadas a esta amenaza general. Las repercusiones del calentamiento global sobre las especies se reflejan por cambios en su distribución geográfica, ya sea por medio de desplazamientos latitudinales o altitudinales. Otro efecto ecológico de este fenómeno climático sobre las especies son los cambios en los ritmos y épocas de sus ciclos vitales como la reproducción o en el comportamiento. Sin embargo, las especies incapaces de adaptarse, están destinadas a extinguirse. Este es el caso de un número considerable de lagartijas de los cinco continentes y en específico del norte de México, cuyas limitaciones intrínsecas de la fisiología y comportamiento les impiden responder con prontitud al

Gadsden, H., R. Valdez-Lares, G. Castañeda-Gaytán y R. Muñiz-Martínez. 2017. Extinción de lagartijas del género *Sceloporus* por el calentamiento global, proyección de un modelo de extinción mundial. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*, CONABIO. México, pp. 450-454.

ritmo actual del incremento de la temperatura global (Etterson y Shaw 2001, Huey *et al.* 2003, Harte *et al.* 2004).

En el mundo se han descrito 5 100 especies de lagartijas, de las cuales 51 se reportan en el estado (Valdez-Lares *et al.* 2013). El estudio de Sinervo *et al.* (2010a) predice que si no se disminuye la tasa actual de emisiones de CO_2, para 2080 se habrá extinguido 20% de las especies de lagartijas del planeta, esto significa que para el caso de Durango, alrededor de 10 especies podrían estar extintas para ese año.

Del total de 22 géneros de lagartijas presentes en Durango, *Sceloporus* es el más representativo con un total de 22 especies (Valdez-Lares *et al.* 2013), razón por la cual la presente contribución se centra en la amenaza potencial de extinción de varias especies de este género a causa de un aumento continuo en las emisiones de CO_2. Se hace hincapié en este género debido que Sinervo y colaboradores (2010a, 2010b) desarrollaron una algoritmo matemático de riesgo de extinción por el calentamiento global basado inicialmente en el estudio de varias poblaciones de la especie vivípara *Sceloporus serrifer* que nos manifiesta las horas de restricción de sus actividades ecológicas diarias, que la conducen a la extinción o persistencia, y que en realidad resulta ser un modelo general para predecir extinción de lagartijas, ya sean del género *Sceloporus* o de cualquier otro. Este algoritmo incluyó variables climáticas y variables fisiológicas relacionadas con los requerimientos de temperatura de estos reptiles.

GÉNERO *Sceloporus*

Es un género de lagartijas muy diverso, con más de 90 especies descritas a nivel mundial, y un buen número son endémicas de México (Leaché 2010, Valdez-Lares *et al.* 2013). Algunas especies habitan diversos ecosistemas insulares en el Desierto Chihuahuense y en el noreste de Durango; varias de ellas son vivíparas (*Sceloporus lineolateralis*, *Sceloporus grammicus*, *Sceloporus poinsettii*, *Sceloporus jarrovii* (figura 1), y *Sceloporus torquatus*), característica reproductora que se originó evolutivamente como una adaptación a los ambientes fríos (Guillette Jr. 1993).

Al estudiar 48 especies de lagartijas mexicanas del género *Sceloporus* con las que varios científicos habían trabajado anteriormente en distintas zonas de México (Sinervo *et al.* 2010b), se descubrió que muchas de ellas habían desaparecido localmente, no obstante que su hábitat seguía aparentemente prístino.

Entre los años 2006-2009 se comprobó que en 200 localidades estudiadas entre 1975-1995, 12% de las poblaciones de *Sceloporus* había desaparecido, y en algunas zonas este valor se incrementaba mucho más (Sinervo *et al.* 2010b).

MODELO PREDICTIVO

Con el fin de explorar si el calentamiento global era la causa de estas extinciones, se elaboraron modelos físicos de lagartijas con sensores de temperatura acoplados a aparatos que registraran las temperaturas de distintos microambientes, con la finalidad de medir la temperatura operativa. Dzialowski (2005) midió las temperaturas en distintas condiciones naturales durante varios meses, tanto en localidades donde las poblaciones de *Sceloporus serrifer* habían sobrevivido (norte de Yucatán) como donde habían desaparecido (sur de Yucatán), obteniendo resultados innegables. En los sitios donde se habían producido extinciones, las lagartijas no habían tenido tiempo de alimentarse ni reproducirse adecuadamente, debido a que las altas temperaturas les deben haber exigido permanecer la mayor parte del tiempo en sus refugios. El siguiente paso fue desarrollar el algoritmo matemático de riesgo de extinción para calcular las horas de restricción de la actividad de esta lagartija [$h_r = 6.12 + 0.74 \times (T_{max} - T_b)$], en las cuales la temperatura máxima (T_{max}) de su ambiente se mantenía por arriba de la temperatura media de su cuerpo (T_b). En este caso de *S. serrifer* se sugiere que la extinción ocurre cuando h_r excede las cuatro horas. Asimismo, Sinervo *et al.* (2010a, 2010b) calibraron este valor de h_r en diversos sitios de extinción/persistencia para *Sceloporus* y el mejor valor para predecir extinción de especies es cuando las horas de restricción (h_r) exceden las 3.8 horas de actividad.

VALIDACIÓN DEL MODELO

Posteriormente, los resultados fueron validados ampliamente con trabajo de campo en distintas zonas de México en donde se detectaron extinciones poblacionales. Por ejemplo, *Sceloporus mucronatus* en Chapa de Mota en el Estado de México, *Sceloporus anahuacus* en el albergue del cerro del Ajusco a los 3 200 msnm en la Ciudad de México, y *Sceloporus grammicus* en la sierra Tolman en el Estado de México (Sinervo *et al.* 2010b). De esta forma se observó que el modelo predecía significativamente lo que ya era posible comprobar en la naturaleza. En algunos casos, la extinción era más rápida de lo

Figura 1. Lagartija espinosa (*Sceloporus jarrovii*).
Fotos: *Héctor Gadsden.*

esperado debido a que una especie capaz de adaptarse eliminaba por competencia a la que no lo era. Por último, para poder hacer predicciones globales, quedaba recopilar datos de temperaturas y de fisiología térmica de lagartijas, abarcando el mayor número posible de sitios y de especies. Se utilizaron mapas de distribución de las especies y de temperaturas máximas del aire presentes y pasadas, así como proyecciones futuras basadas en modelos climáticos disponibles, asumiendo que la tasa actual de emisiones de CO_2 por actividades humanas continuará. Las predicciones se validaron con observaciones de extinción local de poblaciones para biotas de otros cuatro continentes, con datos para 1216 poblaciones de 587 especies distribuidas en 34 familias de lacertilios (Sinervo *et al.* 2010b).

EXTINCIONES EN DURANGO

No obstante que aún no existen registros formales en la literatura que hayan detectado extinción poblacional o de especies de lagartijas en Durango debido al calentamiento global, Gadsden, quien participó en el estudio de Sinervo *et al.* (2010a, 2010b) y Castañeda-Gaytán (coautor del presente trabajo), han detectado en hábitats prístinos del noreste de Durango que ciertas poblaciones de varias especies de lagartijas estudiadas con anterioridad (Gadsden y Estrada-Rodríguez 2007, Ballesteros-Barrera *et al.* 2007, Estrada-Rodríguez *et al.* 2006) están actualmente desaparecidas, entre ellas: *Sceloporus jarrovii* y *Sceloporus poinsettii* en el centro del cañón de Las Piedras Encimadas a 1425 msnm en el municipio de Gómez Palacio, Durango; *Uma paraphygas* en ciertas áreas de los médanos de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, y *Xantusia bolsonae* en la Sierra El Sarnoso, municipio de Gómez Palacio, Durango. Asimismo, las observaciones de extinción poblacional de lagartijas en otras zonas de México y de otras regiones del planeta ponen en alerta roja con respecto a lo que está sucediendo en las extinciones detectadas (o aún sin detectar) en Durango, las cuales incluyen a diversas especies de *Sceloporus*.

Por otro lado, se ha propuesto que la temperatura del cuerpo tiende a conservarse entre las especies filogenéticamente cercanas, a pesar de presentar diferencias morfológicas como el tamaño y la coloración (Díaz de la Vega-Pérez *et al.* 2013, Grigg y Buckley 2013). De manera que la temperatura del cuerpo de especies emparentadas e incluidas dentro del género *Sceloporus* son similares (Gadsden y Estrada-Rodríguez 2007, Sinervo *et al.* 2010a, Sinervo *et al.* 2011). Por lo tanto, las preferencias térmicas podrían estar determinadas filogenéticamente y en menor grado por factores ecológicos presentes en cada población. Considerando esto, el calentamiento global puede estar afectando de manera similar a especies filogenéticamente emparentadas de diversos grupos de lagartijas del estado como *S. poinsettii*, *S. jarrovii*, *S. bulleri*, *S. lineolateralis*, *S. torquatus* y *S. spinosus*, las cuales pertenecen al grupo *Torquatus* del género *Sceloporus* (Martínez-Méndez y Méndez de la Cruz 2007, Sinervo *et al.* 2011).

Sumado a lo anterior, el modelo predice el doble de riesgo de extinción para las especies de lagartijas vivíparas contra las ovíparas (en Durango, *Sceloporus* está representado por cinco especies vivíparas y 13 ovíparas), debido a que las primeras requieren una temperatura corporal relativamente baja para un desarrollo apropiado de sus embriones (Beuchat 1986).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

Se sugiere que las especies microendémicas de lagartijas (del género *Sceloporus* o de otro género) con distribución reducida e insular en el noreste de Durango, pueden experimentar pérdida de poblaciones locales por efecto del calentamiento global, como por ejemplo *Sceloporus lineolateralis*, *Sceloporus maculosus*, *Uma paraphygas*, *Xantusia bolsonae*, y *Xantusia extorris*, que son más propensas a extinguirse de manera acelerada. Estas especies se ven impedidas de emigrar hacia otras latitudes o hacia mayores altitudes en donde el clima podría ser más benigno (Ballesteros-Barrera *et al.* 2007, Gadsden *et al.* 2012).

El modelo predictivo obtenido por Sinervo *et al.* (2010a, 2010b) se ha validado en numerosas poblaciones de lagartijas en el mundo, dando como resultado que muchas de ellas, al rebasar el tope de horas de restricción de actividad diaria debido a los efectos del calentamiento global, se han extinguido o se están extinguiendo con rapidez. Las especies pertenecientes al género *Sceloporus* en Durango y las incluidas en otros géneros de lagartijas en este estado, no pueden ser la excepción a una tendencia mundial de extinción que ha sido detectada y validada extensamente.

Naturalmente, los modelos predictivos como en el que se basa este estudio de extinción tienen sus limitaciones y están sujetos a una serie de supuestos iniciales pero no son especulativos, debido a que se fundamentan en datos empíricos reales, con predicciones significativamente validadas.

La opción más relevante para aminorar el efecto del calentamiento global y frenar en la medida de lo posi-

ble la extinción de muchas poblaciones de lagartijas y a mediano plazo de las especies a las que pertenecen (no solamente en Durango sino en todo el planeta), es reducir considerablemente, a corto y mediano plazo, las emisiones atmosféricas de gases que promueven el calentamiento acelerado de la atmósfera terrestre. Sin embargo, a pesar de que los esfuerzos globales para reducir el CO_2 pueden evitar los escenarios de extinción para 2080, es improbable que las proyecciones para 2050 sean evitadas; la desaceleración en la temperatura máxima se retrasaría debido a que el CO_2 atmosférico ha sido almacenado por décadas (Hare y Meinshausen 2006). Por lo tanto, el presente hallazgo indica que las lagartijas ya han cruzado un umbral que está precipitando su extinción.

Esto manifiesta una vez más que en realidad el planeta opera como una unidad estructural y funcional. De manera que lo que afecta a un componente determinado de la biosfera está vinculado a una red integral de relaciones que opera de manera holística y no de forma fragmentaria y separada de otros eventos naturales.

REFERENCIAS

Ballesteros-Barrera, C., E. Martínez-Meyer y H. Gadsden. 2007. Effects of land-cover transformation and climate change on the distribution of two microendemic lizards, genus *Uma*, of northern Mexico. *Journal of Herpetology* 41: 733-740.

Beuchat, C.A. 1986. Reproductive influences on the thermoregulatory behavior of a live-bearing lizard. *Copeia* 4: 971-979.

CDB. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2003. Interlinkages between biological diversity and climate change. Advice on the integration of biodiversity considerations into the implementation of the United Nations Framework Convention on Climate Change and its Kyoto protocol. Montreal, scbd, 154 pp. (CBD Technical Series no. 10).

Díaz de la Vega-Pérez, A.H., V.H. Jiménez-Arcos, N.L. Manríquez-Morán y F.R. Méndez-de la Cruz. 2013. Conservatism of thermal preferences between parthenogenetic *Aspidoscelis cozumela* complex (Squamata:Teiidae) and their parental species. *Herpetological Journal* 23: 93-104.

Dzialowski, E.M. 2005. Use of operative temperature and standard operative temperature models in thermal biology. *Journal of Thermal Biology* 30: 317-334.

Estrada-Rodríguez, J.L., H. Gadsden, S.V. Leyva-Pacheco y T.U. Morones-Long. 2006. Herpetofauna del Cañón "Piedras Encimadas" Sierra "El Sarnoso", Durango, México. En: *Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad.* A. Ramirez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (eds.). *Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana* 3: 1-23.

Etterson, J.R. y R.J. Shaw. 2001. Constraint to adaptative evolution in response to global warming. *Science* 294: 151-154.

Gadsden, H. y G. Castañeda. 2012. *Los lagartos al filo de la navaja climática. Extinción de lagartos por el calentamiento global.* Editorial Académica Española.

Gadsden, H. y J.L. Estrada-Rodríguez. 2007. Ecology of the spiny lizard *Sceloporus jarrovii* in the central Chihuahuan Desert. *The Southwestern Naturalist* 52: 600-608.

Gadsden, H., C. Ballesteros-Barrera, O. Hinojosa de la Garza *et al.* 2012. Effects of land-cover transformation and climate change on the distribution of two endemic lizards, *Crotaphytus antiquus* and *Sceloporus cyanostictus*, of northern Mexico. *Journal of Arid Environments* 83: 1-9.

Grigg, J.W. y L.B. Buckley. 2013. Conservatism of lizard thermal tolerances and body temperatures across evolutionary history and geography. *Biology Letters* 9: 20121056.

Guillette Jr., L.J. 1993. The evolution of viviparity in lizards. *BioScience* 43: 742-751.

Hare, B. y M. Meinshausen. 2006. How much warming are we committed to and how much can be avoided? *Climate Change* 75: 111-149.

Harte, J., A. Ostling, J.L.Green y A. Kinzig. 2004. Biodiversity conservation: climate change and extinction risk. *Nature* 430: 36.

Huey, R.B., P.E. Hertz y B. Sinervo. 2003. Behavioral drive versus behavioral inertia in evolution: a null model approach. *American Naturalist* 161: 357-366.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. *Cambio climático 2007: Informe de síntesis.* Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: R.K. Pachauri y A. Reisinger, (ed.)]. IPCC, Ginebra.

Kiehl, J.T. y K.E. Trenberth. 1997. Earth's Annual Global Mean Energy Budget. *Bulletin of the American Meteorological Society* 78: 197-208.

Leaché, A.D. 2010. Species trees for spiny lizards (Genus *Sceloporus*): Identifying points of concordance and conflict between nuclear and mitochondrial data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54(2010): 162-171.

Martínez-Méndez, N. y F. Méndez-de la Cruz. 2007. Molecular phylogeny of the *Sceloporus torquatus* species-group (Squamata: Phrynosomatidae). *Zootaxa* 1609: 53-68.

Sinervo, B., F. Mendez-de la Cruz, D.B. Miles *et al.* 2010a. Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science* 328: 894-899.

—. 2010b Supporting online material for erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science* 328(598D): 894-899. En: <*http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/328/5980/894/DC1*>, última consulta: 26 de junio 2013.

Sinervo, B., D.B. Miles, N. Martínez-Méndez *et al.* 2011. Response to comment on "Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches". *Science* 332: 537.

Valdez-Lares, R., R. Muñiz-Martínez, H. Gadsden *et al.* 2013. Checklist of amphibians and reptiles of the state of Durango, Mexico. *Check List* 9(4): 714-724.

Herpetofauna bajo protección oficial, ¿atención incipiente o especies bien representadas en la Norma Oficial Mexicana?

Miriam Alejandra Cueto Mares • José Gamaliel Castañeda Gaytán • Sara Isabel Valenzuela Ceballos
Rosaura Valdez Lares • Omag Cano Villegas

INTRODUCCIÓN

El deterioro del hábitat causado por factores tanto naturales como antrópicos en todo el mundo generan alta presión en las especies silvestres, incluidos los anfibios y reptiles de Durango. Aunado a lo anterior, se ha puesto en evidencia la susceptibilidad de la herpetofauna regional a fenómenos como los que se prevén debido al cambio climático antropogénico (Gadsden *et al.* 2012). A pesar de reconocer que la mayoría de las especies silvestres se encuentran ecológicamente presionadas, los esfuerzos por conservarlas en áreas protegidas resultan insuficientes al no contar con medios oficiales que sustenten su vulnerabilidad. Uno de los documentos que avala el estado actual de vulnerabilidad de una especie es la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT 2010).

La NOM-059 enlista a aquellas especies silvestres para las que se ha confirmado su fragilidad ecológica, lo que puede poner en riesgo su existencia. La norma tiene como objetivo proteger dichas especies conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (SEDUE 1988) y se le puede considerar como una herramienta para establecer áreas protegidas debido a la presencia de especies en riesgo en la zona.

La inclusión o bien la modificación del estatus de una especie debe realizarse mediante el Método de Evaluación de Riesgo (MER), un mecanismo eficiente y concreto (la metodología se explica en el anexo normativo II en la NOM-059-SEMARNAT-2010), aunque su aplicación en general parece ser poco atendida en el caso de los anfibios y reptiles en México, con sólo 4.67% de la herpetofauna del país; mientras que para el caso de Durango, se cuenta sólo con dos especies de reptiles incluidas en la NOM-059 con dicho método, la lagartija de manchas laterales (*Uta stansburiana*) y la lagartija nocturna del Bolsón (*Xantusia bolsonae*).

ACTUALIZACIONES EN LA NOM-059

La primera lista de especies vulnerables en México se publicó en 1994 y consideraba cuatro categorías: especies en peligro de extinción (P), amenazadas (A), raras (R) y sujetas a protección especial (Pr). Posteriormente se publicó nuevamente en el 2001 y se encuentra en vigor la correspondiente al 2010. En estas últimas se eliminó la categoría de rara y se consideraron únicamente las categorías de probablemente extinta en el medio silvestre (E), en peligro de extinción (P), amenazadas (A) y sujetas a protección especial (Pr).

Bajo la consideración de las tres normas oficiales publicadas y de acuerdo con los datos publicados por Liner (2007) sobre la cantidad de anfibios y reptiles presentes en México, se puede apreciar el siguiente panorama global. Liner enlistó un total de 1627 especies (393 anfibios y 1234 reptiles) para México. En 1994, aparecían en la NOM sólo 672 especies (41.3%) en alguna categoría de vulnerabilidad, mientras que para el 2001 aparecían 663 (40.7%) y para 2010 se reportan 637 especies en riesgo (194 anfibios y 443 reptiles), es decir, 39.2% de la herpetofauna de México (cuadro 1). Con estos datos, se aprecia una ligera tendencia a la baja en el número de especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana. Lo anterior no es atribuible a algún factor en específico, sin embargo, se puede mencionar que la disminución pudo ser causada por cambios recientes en la taxonomía del grupo y no a una justificación técnica obtenida mediante el MER, que sustente que las poblaciones están siendo favorecidas por acciones actuales de conservación.

Cueto-Mares, M., G. Castañeda-Gaytán, S.I. Valenzuela-Ceballos, R. Valdez-Lares y O. Cano-Villegas. 2017. Herpetofauna bajo protección oficial, ¿atención incipiente o especies bien representadas en la Norma Oficial Mexicana? En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 456-458.

Cuadro 1. Número de especies y sus porcentajes presentes en la NOM-059 y sus actualizaciones

Año	México	Durango	
	Herpetofauna[1]	Anfibios[2]	Reptiles[3]
1994	672 (41.30%)	10 (29.40%)	46 (37.40%)
2001	663 (40.70%)	10 (29.40%)	47 (38.20%)
2010	637 (39.20%)	10 (29.40%)	47 (38.20%)

[1] México cuenta con un total de 1 627 especies de anfibios y reptiles; [2] Durango cuenta con un total de 34 anfibios; [3] Durango cuenta con un total de 123 reptiles.

Fuente: SEMARNAT 1994, 2001, 2010; Liner 2007;[1] Valdez-Lares *et al.* 2013a,[2,3] 2013b,[2] 2015.[3]

Durango cuenta con 157 especies (9.65% del total nacional), específicamente 34 anfibios y 123 reptiles (Valdez-Lares *et al.* 2013a, 2013b, 2015). En 1994, Durango tenía sólo 10 especies de anfibios en la NOM (una amenazada, seis raras y tres sujetas a protección especial). En el 2001 y 2010, la lista de la NOM mantuvo el mismo número de anfibios (10), considerando únicamente el cambio de aquellas especies inicialmente consideradas como raras a la categoría de sujetas a protección especial. De esta manera, el porcentaje de anfibios representados en la legislación es de 29.4% del total de especies de anfibios presentes para Durango bajo alguna categoría de riesgo.

En el caso de los reptiles, en 1994 la NOM-059 enlistaba únicamente a 46 especies (39%), mientras que para el 2001 la lista aumentó a 47 (38.2%) y para el 2010 se mantuvo el mismo número de especies (cuadro 1), considerando únicamente la eliminación del falso camaleón cornudo (*Phrynosoma cornutum*) pero añadiendo al huico alpino (*Aspidoscelis costata*). El cambio más significativo que se presenta en los reptiles de Durango se destaca para la lagartija escofina de Mapimí (*Xantusia bolsonae*), en donde se promovió el cambio de su estado de amenazada en el 2001 a especie en peligro de extinción en el 2010, debido a su distribución restringida y aparente declive poblacional.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Estos datos muestran que Durango posee menos del 10% de la diversidad herpetológica de México. La representación estatal en la NOM-059 también es baja (57 especies), con sólo dos especies evaluadas bajo el método MER. Por ello, se debe de atender a las especies que han sido excluidas de la normativa por cambios taxonómicos, así como a aquellas especies enlistadas pero que no cuentan con el MER (98.6% de las especies enlistadas para Durango). Con esto es concluyente la idea principal de este manuscrito, en donde se hace evidente el hecho de que la información sobre la herpetofauna de Durango es considerablemente limitada y, además, ha tenido una incipiente atención que se ha reflejado en los últimos 20 años en una reducida consideración de especies en la Norma Oficial Mexicana y en un amplio desconocimiento sobre la vulnerabilidad ecológica de este importante grupo de vertebrados.

REFERENCIAS

Gadsden, H., C. Ballesteros-Barrera, O. Hinojosa-de la Garza *et al.* 2012. Effects of land-cover transformation and climate change on the distribution of two endemic lizards, *Crotaphytus antiquus* and *Sceloporus cyanostictus*, of northern Mexico. *Journal of Arid Environments* 2012 83: 1-9.

Liner, E.A. 2007. A checklist of the amphibians and reptiles of México. *Ocasional Papers of the Museum of Natural Science* No. 80.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 9 de enero de 2015.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. Publicada el 16 de mayo 1994 en el Diario Oficial de la Federación. Texto no vigente.

—. 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Publicada el 6 de mayo 2002 en el Diario Oficial de la Federación. Texto no vigente.

—. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto no vigente.

Valdez-Lares R., R. Muñiz-Martínez, H. Gadsden *et al.* 2013a. Checklist of amphibians and reptiles of the state of Durango, México. *Journal of Species Lists and Distribution* 9(4): 714-724.

Valdez-Lares, R., G. Martín-Muñoz de Cote, R. Muñiz-Martínez *et al.* 2013b. New distributional records for amphibians from Durango, Mexico. *Herpetological Review* 44(4): 646-649.

Valdez-Lares, R., R. Muñiz-Martínez y U.O. García-Vázquez. 2015. Asignación taxonómica de las lagartijas del género *Sceloporus* (Squamata: Phrynosomatidae) de la Colección Herpetológica del CIIDIR-IPN-Durango. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 31: 345-357

Aves

Alfredo Garza Herrera (†) • Bryan Sharp • Elizabeth Esperanza Aragón Piña • Francisco Ríos Ruiz

DESCRIPCIÓN

Las aves tienen las extremidades superiores modificadas como alas y aunque no todas pueden volar, es una de las principales características del grupo de vertebrados, además de tener plumas, pico córneo y poner huevos para generar nuevos individuos. Este grupo se originó a partir de los dinosaurios bípedos del jurásico, hace aproximadamente 150 y 200 millones de años (Turner *et al.* 2007).

DIVERSIDAD

Se estima que existen más de 10 000 especies en el planeta (Clements *et al.* 2011). A nivel nacional se reconocen 1 096 especies de aves, y es sorprendente que en los últimos 20 años se hayan descubierto nuevas especies en el país (Navarro-Sigüenza *et al.* 1992). Las especies de aves reconocidas para México corresponden al 10% de las existentes a nivel mundial, esto coloca al país en un sitio altamente diverso en cuanto al recurso avifaunístico. Para Durango se han registrado 430 especies de aves en total (casi 40% de las aves de México), pertenecientes a 234 géneros, 36 subfamilias, 63 familias y 20 órdenes (apéndice 22). Los estudios realizados sobre las aves en la entidad se resumen en los cuadros 1, 2 y 3.

DISTRIBUCIÓN

En el estado se encuentran dos de las tres principales rutas migratorias de aves acuáticas y terrestres, las cuales han sido identificadas a través de observaciones de radar (Pacífico, Centro y Golfo). La última en menor medida, pero influyente en la avifauna presente en Durango, principalmente en la ruta central en la que ocasionalmente vemos especies del este. De las 430 especies, 238 especies son residentes (55.3%), como el caso del gorrión mexicano (*Haemorhous mexicanus*), mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*), perlita azulgris (*Polioptila caerulea*) y el carpintero mexicano (*Picoides scalaris*, figura 1); 148 son migratorias de invierno (34.4%), como el tordo cabeza amarilla (*Xanthocephalus xanthocephalus*, figura 2); 29 migratorias de verano (6.7%); 68 son ocasionales (15.8%), es decir transitorias o de registro casual o fortuito, como el caso de la aguililla gris (*Buteo plagiatus*, figura 3); una exótica y una introducida.

Si se considera que además, a través de imágenes del sistema de radares doppler meteorológicos más modernos, también llamados NEXRAD (Next Generation Weather Radar), se puede estimar la migración de primavera de paseriformes, podemos intuir que por la entidad pasan entre 90 y 120 mil millones de aves durante la migración (otoño-primavera), basándonos en la información estimada para la región del Istmo de Tehuantepec, donde confluyen las rutas migratorias de aves neárticas-neotropicales, región en la que se ha calculado que más de 200 mil millones de aves migratorias pasan dos veces al año (Ramsar 2011).

El endemismo de las aves de Durango incluye 12 especies, lo que significa 2.8% del total de las especies del estado y 1% de las especies del mundo. La chara pinta (*Cyanocorax dickeyi*, figura 4) al oeste del estado, se reporta en una franja amplia que va desde las Bufas de San Rafael hasta el río Baluarte, se considera una especie emblemática y bien valorada por el estado de Sinaloa, entidad que ha invertido fuertemente en su conservación, el ecoturismo, la educación ambiental y la difusión. Debido a la presencia de la chara pinta en El Palmito, se ha favorecido a otras especies y al cuidado del bosque mesófilo de montaña. En el ejido El Maguey en Durango (Bufas de San Rafael) y sus alrededores podrían realizarse acciones encaminadas a la conservación del hábitat de esta especie y otras asociadas. Otras endémicas son el gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*), el mirlo pinto (*Ridgwayia pinicola*), el vencejo nuca blanca (*Streptoprocne semicollaris*), el loro corona lila (*Amazona finschi*), el perico catarina (*Forpus*

Garza-Herrera, A., B. Sharp, E.E. Aragón-Piña, y F. Ríos-Ruiz. 2017. Aves. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 459-474.

Cuadro 1. Referencias de los estudios realizados sobre aves en las reservas de la biosfera (RB) y áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS) del estado

Nombre RB	Número AICA	Referencias
La Michilía	79	Hutto 1980
		Nocedal 1988
		Garza y Nocedal 1991
		Hiraldo *et al.* 1991a
		Hiraldo *et al.* 1991b
		Ficken y Nocedal 1992
		Garza y Servín 1993
		Nocedal 1994
		Nocedal 1995
		Nocedal y Garza 1995
		Martínez 1996
		Garza *et al.* 1997a
		Garza *et al.* 1997b
		Lowther y Nocedal 1997
		Morales *et al.* 1997
		Garza *et al.* 1998
		Nocedal y Ficken 1998
		Arizmendi y Márquez 2000
		Garza *et al.* 2000b
		Garza *et al.* 2004
		Garza 2005
		Amancio 2007
		Roldán *et al.* 2008
		Garza *et al.* 2009
Mapimí	135	Thiollay 1979
		Thiollay 1981a
		Thiollay 1981b
		Thiollay 1984
		Thiollay 1985
		Garza 1988
		Hermosillo 1989
		Hermosillo *et al.* 1991
		Rodríguez-Estrella y Ortega-Rubio 1993
		Garza *et al.* 1997b
		Castillo-Elías 1998
		Arizmendi y Márquez 2000
		Garza *et al.* 2000b
		Aragón *et al.* 2002
		Garza *et al.* 2007b

Cuadro 2. Referencias de los estudios realizados sobre aves en áreas naturales protegidas (ANP) y áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)

Nombre ANP	Número AICA	Referencias
Santuario de la Chara Pinta		Crossin 1967
		Garza *et al.* 2008b
Parques Estatales Cañón de Fernández y Grutas del Rosario		Valdés-Perezgasga 1999
		Garza *et al.* 2001a
		Garza *et al.* 2001b
		Valencia 2003
Cuchillas de la Zarca	73	Panjabi *et al.* 2006
		Panjabi *et al.* 2007
San Juan de Camarones	74	Muñiz 2001
Santiaguillo	75	Garza *et al.* 1997b
		Garza *et al.* 2008a
Las Bufas	76	Lammertink *et al.* 1997
		Garza *et al.* 1997b
Guacamayita	78	Garza *et al.* 1997b
		Muñiz en proceso
Parque Nacional Sierra de Órganos	137	Rodríguez-Maturino *et al.* 2013

cyanopygius), el tapacamino prío (*Nyctiphrynus mcleodii*) y la golondrina sinaloense (*Progne sinaloae*), que es considerada semiendémica (Gómez de Silva 1996).

Varios registros como accidentales o eventuales han sido resultado de fenómenos meteorológicos significativos o por la influencia humana a través de escapes accidentales o provocados, como del flamenco (*Phoenicopterus ruber*), pero algunos reportes quizás han sido erróneos, como el de la cigüeña jabirú (*Jabiru mycteria*), el de la codorniz cotuí (*Colinus virginianus*) y el de la codorniz cresta dorada (*Callipepla douglasii*), o algunos observadores de aves sólo han potencializado su presencia pero no se ha verificado, tal como el zambullidor menor (*Tachybaptus dominicus*) (Bishop 1998).

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Las aves son importantes ecológicamente, pues contribuyen al control de plagas de artrópodos, como algunas especies insectívoras (paseriformes, carpinteros, martines pescadores, etc.) y controladoras de murciélagos (falconiformes) que en altas densidades pueden ser perjudiciales para el humano. También son polinizadores de diversas especies de plantas (colibríes) y ayudan a la dispersión de semillas (especies granívoras) y consumidores de materia orgánica (carroñeros de la familia Cathartidae y algunas rapaces). Son un claro grupo indicador de la salud del ambiente y la biodiversidad de una región, así como un eslabón imprescindible en la cadena alimentaria de otras especies.

Cuadro 3. Otros sitios en que se han monitoreado las aves y se han identificado como de importancia por la iniciativa pública, privada y gubernamental, incluyendo zonas urbanas y suburbanas

Localidad	Referencias
En gran parte del estado	Fleming y Baker 1963 Alden 1969 Waeuer y Riskind 1977 Nocedal y Garza 1991 Nocedal 1993 Lammertink *et al.* 1997 Bishop 1998 Nocedal y Zúñiga 1999 Bishop y Grace-Santiesteban 2008 SRNyMA 2008 Garza y Aragón 2011 CONABIO 2012
Valle del Guadiana	Nocedal y Garza 1988 Grajales 2009 Sharp 2014
Ejido Salvador Allende, municipio de Durango	Garza *et al.* 2000a
Rancho El Durangueño, municipio Canatlán	Garza *et al.* 2001c Garza *et al.* 2005 De León 2007
Ejido Las Playas, municipio de Durango	Garza *et al.* 2002 Garza *et al.* 2012
Ejido El Saltito y Anexos, municipio de Durango	Cabral *et al.* 2012
Ejido Salto de Camellones, municipio Santiago Papasquiaro	Garza *et al.* 2006
Ejido Miguel Negrete, municipio Nuevo Ideal	Gutiérrez *et al.* 2006 Sánchez 2008
Ejido 22 de Mayo, municipio Canatlán	Garza *et al.* 2008c
Área de Conservación Comunitaria "El Rillito", San José de Causas, comunidad Duraznitos y Picachos, ejido San Pablo, Venustiano Carranza, municipio San Dimas; municipio Pueblo Nuevo	Webb y Baker 1962 INECOL 2001a INECOL 2001b INECOL 2001c INECOL 2001d INECOL 2001e INECOL 2001f INECOL 2001g INECOL 2001h Sánchez *et al.* 2005 Garza *et al.* 2007a Garza *et al.* 2010a
La Pitarrilla, municipio El Oro	Garza *et al.* 2010b

Figura 1. Especies residentes: a) gorrión mexicano (*Haemorhous mexicanus*), b) mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*), c) perlita azulgris (*Polioptila caerulea*) y d) carpintero mexicano (*Picoides scalaris*).
Fotos: *Alfredo Garza Herrera.*

Figura 2. El tordo cabeza amarilla (*Xanthocephalus xanthocephalus*) es una especie migratoria de invierno.
Foto: *Alfredo Garza Herrera.*

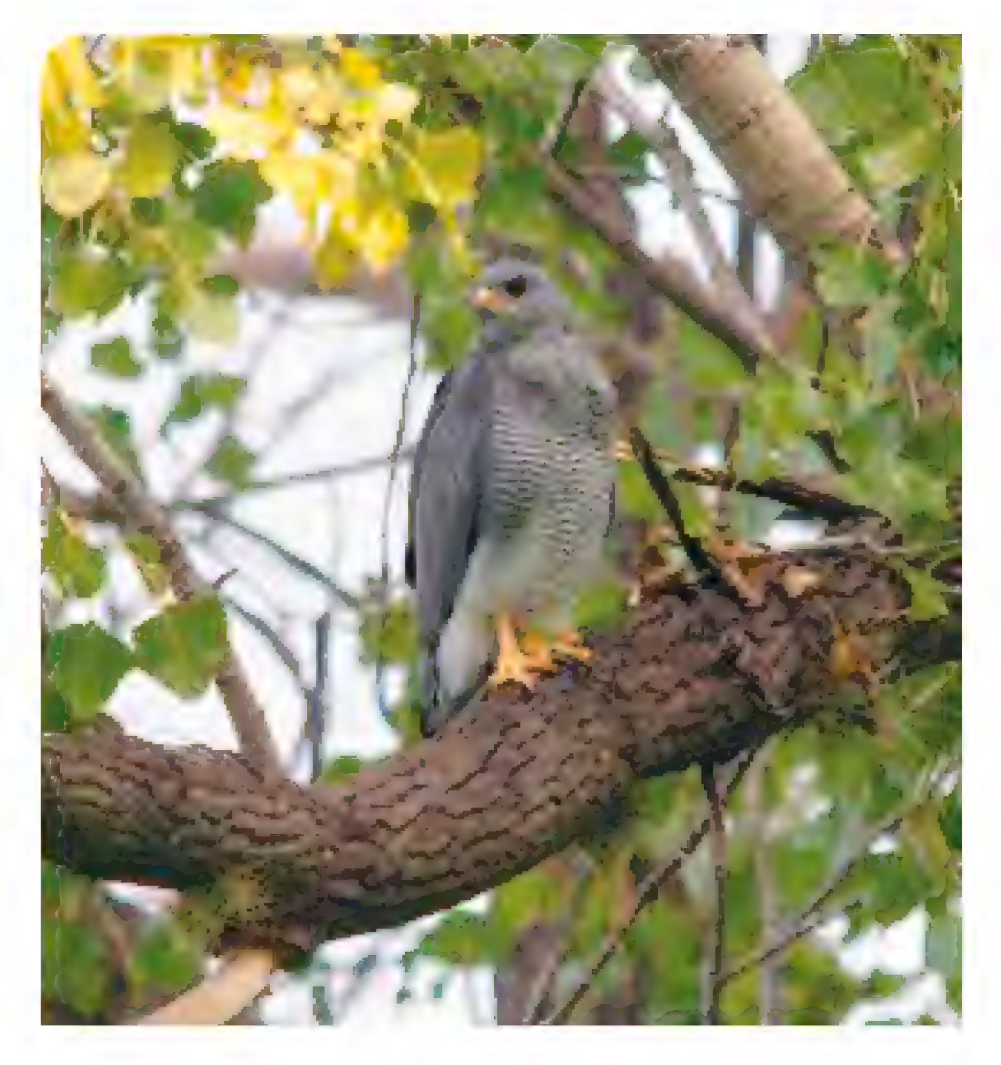


Figura 3. La aguililla gris (*Buteo plagiatus*) es una especie transitoria en el estado.
Foto: *Alfredo Garza Herrera.*

Figura 4. Chara pinta (*Cyanocorax dickeyi*), especie en peligro de extinción y endémica de México.
Foto: *Alfredo Garza Herrera.*

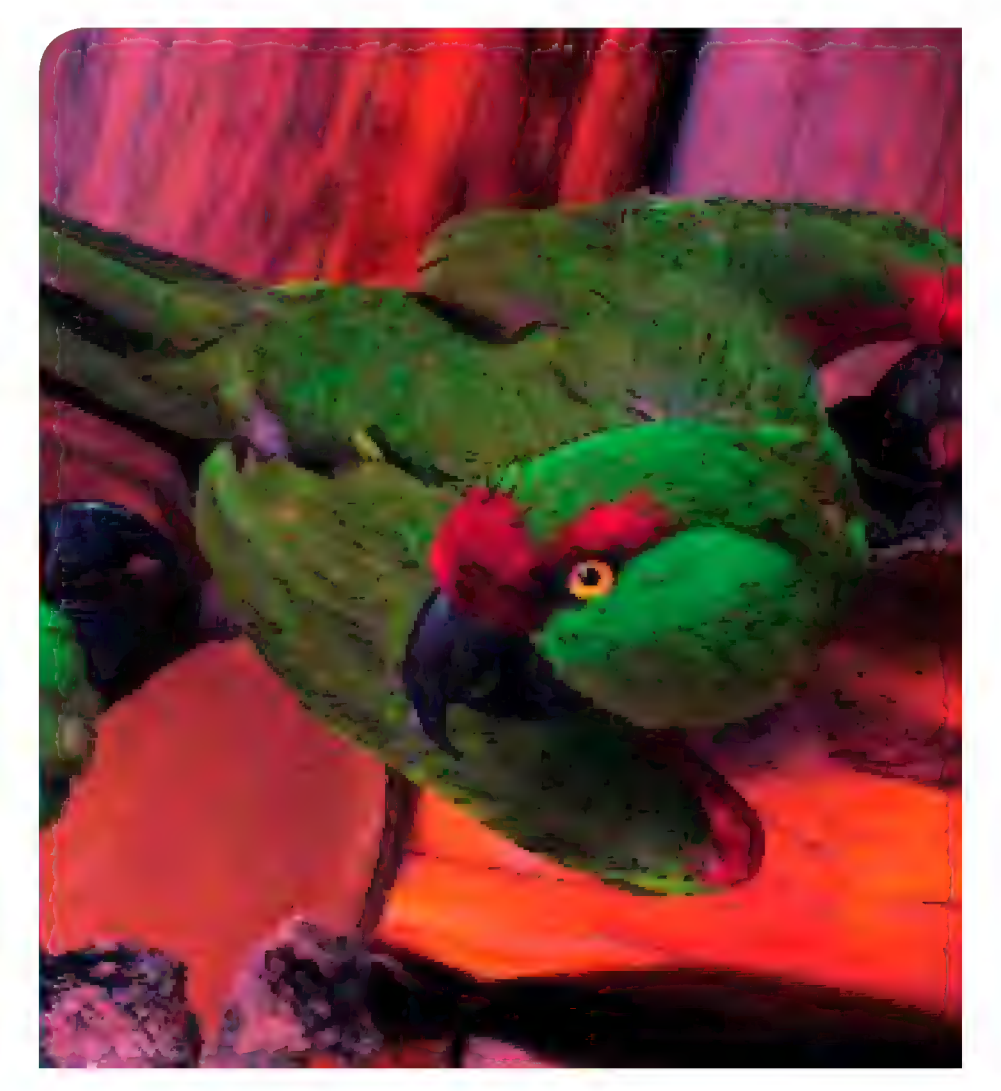


Figura 5. Dos individuos de cotorra serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), en peligro de extinción y endémica a México.
Foto: *Alfredo Garza Herrera.*

Además, al ser parte integral de los ecosistemas, las aves aportan diversos beneficios económicos indirectamente a las actividades productivas (agrícolas y forestales). Algunas especies son consumidas o utilizadas para recreación y otras son comercializadas como aves canoras y de ornato (familias Bombycillidae, Ptilogonatidae, Cardinalidae, Corvidae, Emberizidae, Fringillidae, Icteridae, Mimidae, Passeridae, Turidae) (SEMARNAT 2009) y por otra parte, por su belleza natural son de gran interés para la observación de aves en actividades ecoturísticas, industria que va incrementándose año con año en el estado.

En particular las especies de importancia científica por su rareza, belleza o grado de riesgo que se encuentran en los bosques y selvas de Durango, tales como la cotorra serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*, figura 5), la guacamaya (*Ara militaris*) y el quetzal norteño (*Euptilotis neoxenus*, cuasiendémica), son difíciles de observar en ambientes perturbados o modificados por las actividades humanas, pero que pudieran brindar beneficios económicos a los poseedores de las tierras si se realizaran programas de conservación de estas especies.

La importancia cultural es diversa, ya que son la fuente de inspiración y adoración para muchas culturas, pues las plumas de diferentes especies (rapaces) se utilizan en prácticas religiosas y de sanaciones, principalmente por la población indígena (municipio El Mezquital), y en festivales, y son parte de emblemas o escudos diversos del estado (Universidad España, Instituto Tecnológico de Durango, entre otros).

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

En la entidad 49 especies están consideradas en riesgo por la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT 2010), es decir, 11.4% de las especies registradas están en alguna categoría de riesgo. De éstas, 27 se consideran que requieren protección especial, 16 están amenazadas y seis están en peligro de extinción. Del total de especies en riesgo, 31 son residentes (figuras 6, 7 y 8), el resto son migratorias de invierno, migratorias de verano o sólo de paso (transicionales) (cuadro 4).

El carpintero imperial (*Campephilus imperialis*) se extinguió en la década de los cincuenta del siglo pasado, lo que representó una pérdida importante para la biodiversidad mundial. Quizás el último registro de la especie se remonta a los años sesenta del siglo pasado, de acuerdo a un ejemplar que fue cazado por el Sr. Juan Estrada en la localidad de Guacamayitas (com. pers.).

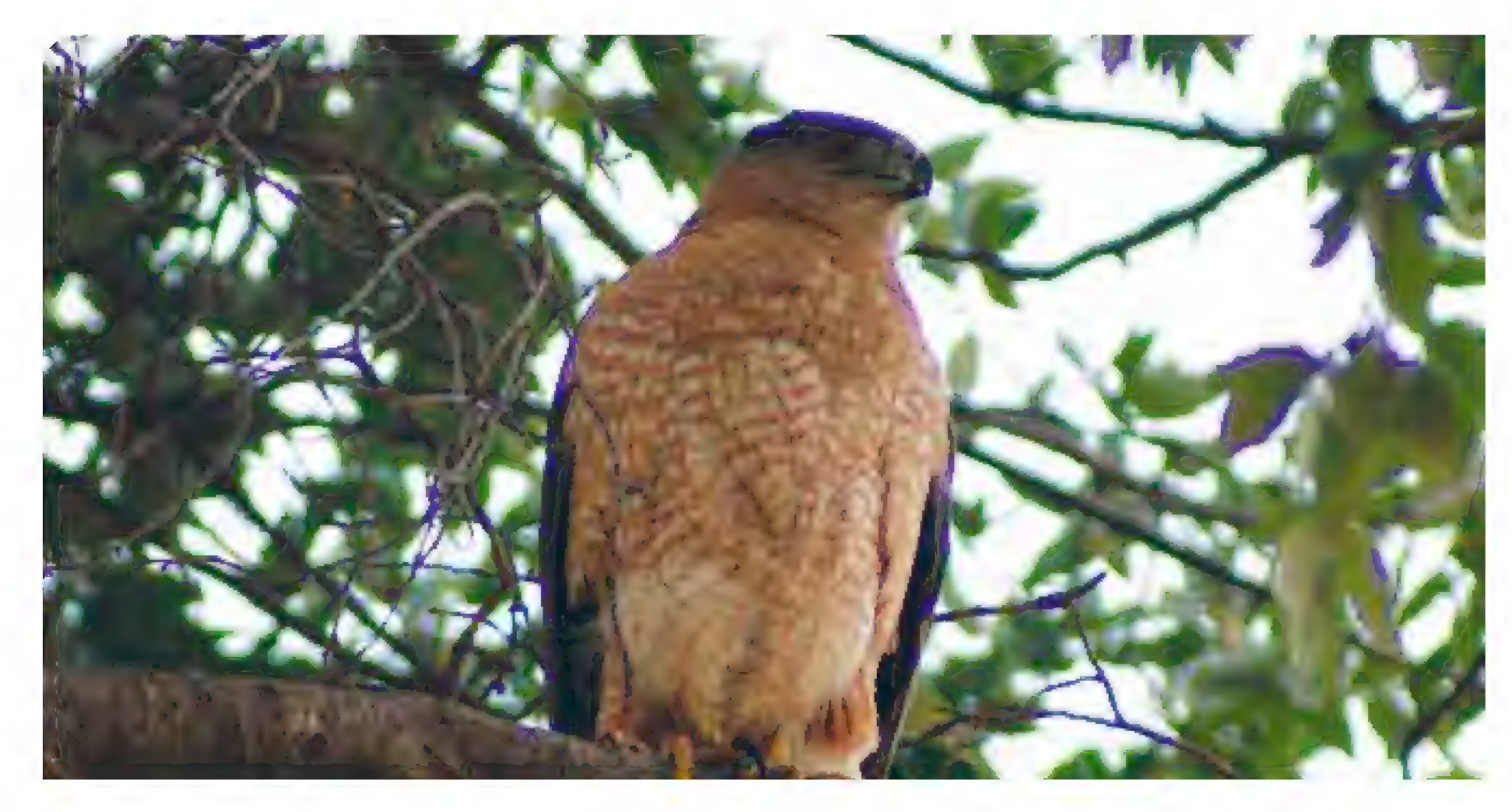


Figura 6. Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*).
Foto: *Alfredo Garza Herrera.*

Cuadro 4. Especies consideradas en riesgo por la Norma Oficial Mexicana 059

Nombre científico	NOM-059	Distribución	Estatus de permanencia
Amazona finschi	P	Endémica	Residente
Ara militaris	P	Endémica	Residente
Cyanocorax dickeyi	P	Endémica	Residente
Rhynchopsitta pachyrhyncha	P	Endémica	Residente
Vireo atricapilla	P	No endémica	Migratoria de invierno
Xenospiza baileyi	P	Endémica	Residente
Accipiter gentilis	A	No endémica	Residente
Anas platyrhynchos	A	No endémica	Residente
Anas fulvigula	A	No endémica	Residente
Aquila chrysaetos	A	No endémica	Residente
Botaurus lentiginosus	A	No endémica	Migratoria de invierno
Charadrius montanus	A	No endémica	Migratoria de invierno
Charadrius nivosus	A	No endémica	Transitoria
Euptilotis neoxenus	A	Endémica	Residente
Falco mexicanus	A	No endémica	Migratoria de invierno
Geothlypis tolmiei	A	No endémica	Transitoria y/o migratoria de invierno
Glaucidium palmarum	A	No endémica	Residente
Penelope purpurascens	A	No endémica	Residente
Phoenicopterus ruber	A	No endémica	Transitoria
Picoides stricklandi	A	No endémica	Transitoria
Spizella wortheni	A	Endémica	Residente
Strix occidentalis	A	No endémica	Residente
Accipiter cooperii	Pr	No endémica	Residente
Accipiter striatus	Pr	No endémica	Residente
Aratinga canicularis	Pr	No endémica	Residente
Asio flammeus	Pr	No endémica	Migratoria de invierno
Athene cunicularia	Pr	No endémica	Residente y/o migratoria de invierno
Buteo albicaudatus	Pr	No endémica	Residente
Buteo albonotatus	Pr	No endémica	Migratoria de verano

Cuadro 4. Continuación

Nombre científico	NOM-059	Distribución	Estatus de permanencia
Buteo lineatus	Pr	No endémica	Migratoria de invierno
Buteo regalis	Pr	No endémica	Migratoria de invierno
Buteo swainsoni	Pr	No endémica	Transitoria
Buteogallus anthracinus	Pr	No endémica	Residente
Cinclus mexicanus	Pr	No endémica	Residente
Cyrtonyx montezumae	Pr	No endémica	Residente
Falco peregrinus	Pr	No endémica	Residente
Forpus cyanopygius	Pr	Endémica	Residente
Grus canadensis	Pr	No endémica	Migratoria de invierno
Ixobrychus exilis	Pr	No endémica	Migratoria de invierno
Myadestes occidentalis	Pr	No endémica	Residente
Myadestes townsendi	Pr	No endémica	Residente
Nyctiphrynus mcleodii	Pr	Endémica	Residente
Oreothlypis crissalis	Pr	No endémica	Migratoria de invierno
Parabuteo unicinctus	Pr	No endémica	Residente
Passerina ciris	Pr	No endémica	Migratoria de verano
Progne sinaloae	Pr	Endémica	Migratoria de verano
Ridgwayia pinicola	Pr	Endémica	Residente
Streptoprocne semicollaris	Pr	Endémica	Residente
Strix varia	Pr	No endémica	Residente
Total: 49	**Pr: 27** **A: 16** **P: 6**	**E: 12** **NE: 37**	**R: 31** **I: 12** **V: 3** **T: 5**

NOM-059: P: en peligro de extinción; A: amenazada; Pr: sujetas a protección especial.
Estatus de permanencia: R: residente; I: migratoria de invierno; V: migratoria de verano; T: transitoria
Fuente: SEMARNAT 2010.

Figura 7. Gavilán coliblanco (*Buteo albicaudatus*).
Foto: *Alfredo Garza Herrera.*

Figura 8. Aguililla de Harris (*Parabuteo unicinctus*).
Foto: *Alfredo Garza Herrera.*

PRINCIPALES AMENAZAS

La fragmentación del hábitat ha generado obligadamente la pérdida de especies a nivel local, a pesar de que las aves tienen la ventaja de volar, salvando en cierta medida ese fuerte impacto. Sin embargo, la fragmentación incide paulatinamente en el desplazamiento de las aves que requieren de un continuo ambiental para realizar sus diferentes actividades y por lo tanto sobrevivir y propiciar la continuidad de cualquier especie en particular (Andrén 1994). En contraste, muchas especies simplemente evitan a toda costa cualquier nivel de fragmentación, lo que implica la pérdida de diversidad en el corto y mediano plazo (Fahrig 2003).

Otras especies son altamente sensibles a perturbaciones antropogénicas, que involucran otros niveles de fragmentación como la provocada por la contaminación, la invasión de especies exóticas y/o reintroducidas, la competencia por recursos escasos y la modificación de los hábitos de algunas especies, que les otorgan ventajas sobre las nativas por adaptarse fácilmente a las modificaciones antropogénicas o de hábitat (Fahrig 2003).

Las aves introducidas o exóticas al estado son varias, las más importantes y notorias son la garza garrapatera o ganadera (*Bubulcus ibis*), la paloma o pichón (*Columba livia*), el gorrión inglés (*Passer domesticus*) y la paloma euroasiática (*Streptopelia decaocto*, figura 9). Esta última especie ha invadido reciente, amplia y estrepitosamente al estado. Los primeros reportes para Durango datan de finales del siglo pasado, cuando fue detectada con mayor regularidad en zonas urbanas y suburbanas, pero a partir de 2001 se ha registrado en asentamientos humanos, bosques y desiertos. Esto último está bien documentado en las dos reservas de la biosfera desde el 2004, ya se ha registrado a esta especie invasora en otras áreas, donde se deben iniciar acciones drásticas e inmediatas de erradicación, de tal manera que se garantice en el mediano plazo la conservación de la diversidad de aves, principalmente de las especies nativas de palomas.

La erradicación deberá considerarse como una acción contra la hibridación, la disminución de competencia por alimento, por sitios de anidación y por otros hábitats, que inciden directa e indirectamente en la biodiversidad local (Ehrenfeld 2010). Esta medida de contingencia debe vislumbrarse como una acción de sanidad, puesto que la especie ha sido reportada como reservorio del virus del Nilo (Komar y Clark 2006) y del circovirus (Taras 2005). Se ha documentado que la rápida dispersión de *S. decaocto* obedece a la emigración no relacionada con la densidad poblacional, a su fuerte tolerancia a la presencia humana, a su amplia dieta y a su gran potencial reproductivo (Romagosa y Labisky 2000, Chablé-Santos *et al.* 2012). Además, su comportamiento altamente territorial y agresivo contra la paloma de ala blanca (*Zenaida asiatica*) y otras especies de aves, es de considerarse como amenaza a la biodiversidad.

OPORTUNIDADES O ACCIONES DE CONSERVACIÓN

En Durango existen varios humedales de importancia para las aves migratorias acuáticas (Carrera y De la Fuente 2003), incluyendo hasta 41018 ha de superficie

Figura 9. La paloma eruoasiática (*Streptopelia decaocto*) es una especie invasora con comportamiento agresivo hacia otras aves, especialmente con la paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*), especie nativa del estado.
Foto: *Alfredo Garza Herrera.*

certificadas como sitios Ramsar, que corresponden a menos de 1% del total de la superficie de los 138 humedales mexicanos de importancia internacional, que en conjunto suman una superficie de 8 959 543 ha (los sitios Ramsar se denominan y certifican sobre las bases establecidas en la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, conocida como Convención Ramsar, por la ciudad en la que fue suscrita). Sin embargo, el porcentaje estatal no desmerece la función de estos sitios en cuanto a la utilidad para las acuáticas migratorias, otras especies asociadas y la biodiversidad en general.

La importancia de los humedales es que fungen como bardas ante el embate de huracanes o inundaciones y albergan una gran diversidad de flora y fauna, pero sobre todo por almacenar, liberar agua y significar un proceso natural de filtración.

En Durango existen otros humedales que deberían integrarse al sistema Ramsar, realizando el estudio técnico que sustente su incorporación, como los humedales de Málaga, varias presas de importancia que favorecen la creación de humedales en sus orillas y quizás los ríos más importantes del estado, como El Mezquital y El Nazas. Los humedales incorporados actualmente a la Convención Ramsar son el Parque Estatal Cañón de Fernández, con 17 002 ha e incorporado el 2 de febrero de 2008 (Ramsar 2007) y, la Laguna de Santiaguillo, con 24 016 ha e incorporada el 2 de febrero de 2012 (Ramsar 2011).

La avifauna estatal ha sido estudiada desde hace mucho tiempo, pero es en las últimas cuatro décadas que se han realizado estudios más finos, registrando y analizando la información relativa de los procesos ecológicos en las aves sobre los ensambles o comunidades y de las poblaciones de las aves de sitios de interés particular, como en las dos reservas de la biosfera (cuadro 1), en áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA), otras ANP (cuadro 2), y en zonas que han sido identificadas y monitoreadas a través del tiempo gracias al interés público, privado y gubernamental, incluyendo zonas urbanas y suburbanas (cuadro 3).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es importante realizar inventarios y monitoreos de aves que garanticen la conservación de la fauna con el propósito de proteger el hábitat de los sitios. De hecho, la incorporación de nuevas áreas a un sistema nacional o estatal de áreas protegidas, deberá ser prioridad como estrategia inmediata. Entre ellas podemos mencionar al ejido El Maguey-Bufas de San Rafael, el Huehuento, Guarisamey, Tayoltita y el área de conservación

comunitaria "El Rillito", en el ejido La Florida, todas en el municipio San Dimas (Lammertink *et al.* 1997, Garza *et al.* 1997b, 2010b), Las Chalelas en el Bolsón de Mapimí (Garza *et al.* 2012), El Salto de Camellones (Garza *et al.* 2006), El Salto del Agua Llovida (Arroyo 2010), San Juan de Camarones (Muñiz 2001), Guacamayita (Nocedal com. pers., Muñiz en evaluación) y la sierra de Cacaria (Garza *et al.* 2005, Aragón *et al.* 2009, 2010). La incorporación de humedales como Málaga será una estrategia efectiva y proactiva, coadyuvando en la participación de los habitantes en las acciones de conservación, manejo y monitoreo en todos los casos mencionados.

El control del "turismo ecológico" deberá ser prioridad, ya que en ese tenor los ecoturistas realizan actividades que perturban o dañan los hábitats, ya que se tiene una mala conceptualización de la actividad en sí, que va desde deportes extremos y caminatas sin un concebido sentido ecológico, hasta recorridos con enfoque de colecta de recursos para preservar supuestamente o simplemente guardar lo colectado.

REFERENCIAS

Alden, P. 1969. *Finding the birds in western Mexico: a guide to the states of Sonora, Sinaloa, and Nayarit.* University of Arizona Press, Tucson.

Amancio, R.G. 2007. *Relaciones entre la estructura del hábitat y la biodiversidad de aves en dos sitios en la Reserva de la Biosfera La Michilía.* Tesis de maestría en ciencias. IPN, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. Durango.

Andrén, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71: 355-366.

Aragón, E.E., B. Castillo y A. Garza. 2002. Roedores en la dieta de dos aves rapaces nocturnas (*Bubo virginianus* y *Tyto alba*) en el noreste de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 86: 29-50.

Aragón, E.E, A. Garza y F. Cervantes. 2009. Estructura y organización de las comunidades de roedores de un bosque de la Sierra Madre Occidental, Durango, México. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 523-542.

Aragón, E.E., A. Garza-Herrera, M. S. González-Elizondo e I. Luna-Vega. 2010. Composición y estructura de las comunidades vegetales del rancho El Durangueño, en la Sierra Madre Occidental, Durango, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 771-787.

Arizmendi, M.C., y L. Márquez. 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves de México. CIPAMEX. México.

Arroyo, S. 2010. *Distribución ecológica de las comunidades de aves en El Salto Del Agua Llovida, municipio de Durango.* Tesis de maestría en ciencias en Gestión Ambiental. IPN, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. Durango.

Bishop, W.C. 1998. *Aves de Durango.* Impresora Magasa, S.A. de C.V. Durango.

Bishop, W.C. y B. Grace-Santiesteban. 2008. *Guía de Aves de Durango: Una guía de campo de las aves que se encuentran en el Estado de Durango,* México. Durango.

Cabral, M., A. Garza, J.A. Álvarez *et al.* 2012. Monitoreo de aves canoras y de ornato 2012 en el ejido El Saltito y Anexos, Durango, Durango. Informe técnico. DGVS-SEMARNAT (lineamientos 2012) - Centro de Ecología Regional, A.C. Durango.

Carrera, E. y G. De la Fuente. 2003. *Inventario y clasificación de humedales en México.* Parte I. Ducks Unlimited de México, A.C. Garza García.

Castillo Elías, B. 1998. *Disponibilidad de roedores como recurso alimentario para dos especies de aves rapaces nocturnas (Bubo virginianus y Tyto alba) en la Reserva de la Biosfera de Mapimí.* Tesis de licenciatura. Escuela Superior de Biología, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio.

Chablé-Santos, J., E. Gómez-Uc y S. Hernández-Betancourt. 2012. Registros reproductivos de la paloma de collar (*Streptopelia decaocto*) en Yucatán, México. *Huitzil* 13(1): 1-5.

Clements, J.F., T.S. Schulenberg, M.J. Iliff *et al.* 2011. *The Clements Checklist of Birds of the World* (6ª edition). 2011. Ithaca: Cornell University Press. En: <*http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/*>, última consulta: 15 de abril de 2016.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012. Lista de aves por estado. En: <*http://avesmx.conabio.gob.mx/lista_ave?tipo=estado&zona=10*>, última consulta: 14 de octubre de 2014.

Crossin, R.S. 1967. The breeding biology of the Tufted Jay. *Occasional Papers Western Foundation of Vertebrate Zoology* 1: 265-300.

De León Mata, G.D. 2007. *Estimación poblacional, hábitat y manejo del guajolote silvestre en la UMA El Durangueño, Canatlán, Durango.* Tesis de maestría en ciencias en desarrollo forestal sustentable. Instituto Tecnológico Forestal No. 1 El Salto. El Salto, Pueblo Nuevo.

Ehrenfeld, J. 2010. Ecosystem consequences of biological invasions. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 41: 59-80.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics.* 34: 487-515.

Ficken, M. y J. Nocedal. 1992. Mexican Chickadee. En: *The Birds of North America. No. 8.* A. Poole, P. Stettenheim y F. Gill (eds.). Philadelphia: The Academy of Natural Sciences. The American Ornithologists' Union. Washington, DC., pp. 1-12.

Fleming, R.L. y R.H. Baker. 1963. Notes on the birds of Durango, Mexico. *Occasional Papers of the Museum of Zoology,* Michigan State University 2: 273-304.

Garza, A. 1988. La teoría de forrajeo del lugar central de Orians y Pearson (1979). En: *Campylomynchus brunneicapillus* (*Aves: Tro-*

glodytidae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

Garza, A. 2005. *Biología y ecología del cócono o guajolote silvestre en Durango (Aves: Meleagris gallopavo).* Tesis de maestría en ecología y ciencias ambientales. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

Garza, A. y J. Nocedal. 1991. Estudio sobre la distribución del cócono silvestre en el estado de Durango. Informe técnico. Instituto de Ecología A.C. - SEDUE, Delegación Durango. Durango.

Garza, A. y J. Servín. 1993. Estimación de la población y utilización del hábitat del cócono silvestre (*Meleagris gallopavo*, Aves: Phasianidae) en Durango, México. *Ecología Austral* 3: 15-23.

Garza, H.A. y E.E. Aragón. 2011. Conceptos ecológicos, métodos y técnicas para la conservación, manejo y aprovechamiento del cócono o guajolote silvestre. En: *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México.* O. Sánchez, P. Zamorano, E. Peters y H. Moya (eds.). Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). Durango, pp. 193-227.

Garza, A., E.E. Aragón y J.R. Bacon. 1997a. Situación actual del búho manchado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) y de los Strigiformes de la Reserva de la Biosfera La Michilía. Informe técnico. Instituto de Ecología, A.C./CONABIO, Durango.

Garza, A., E.E. Aragón, J.R. Bacon *et al.* 1997b. Protected areas of Durango. En: *Protected areas of western mexico: status, management, and needs.* Ch.S. Aid, M.F. Carter y A. Townsend Peterson (eds.). A project of Colorado Bird Observatory. Brighton, pp. 15-30.

Garza, A., V. Martínez y E.E. Aragón. 1998. Microhistología de las especies vegetales comunes en la dieta de los herbívoros silvestres de la Sierra Madre Occidental. *Ubamari* 45: 48-72.

Garza, A, J.H. Martínez y E. Martínez. 2000a. Estimación poblacional y plan de manejo del guajolote silvestre del ejido Salvador Allende, municipio de Durango, Durango. Informe técnico. Instituto de Ecología A.C., Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP. Durango.

Garza, A., P. Escalante, M. Neri y O. Arceo. 2000b. Aves de las reservas de la biosfera de Durango: La Michilía y Mapimí. Informe técnico. Instituto de Ecología, A.C./Instituto de Biología, UNAM/CONABIO (R-228). Durango.

Garza, A., E. Chacón y L.E. Palacios. 2001a. Estudio técnico justificativo para decretar el Cañón de Fernández como área natural protegida. Informe técnico. Consultoría privada "asesoría técnica de recursos naturales", Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Durango. Durango.

—. 2001b. Estudio técnico justificativo para decretar las grutas del Rosario como área natural protegida. Informe técnico. Consultoría privada "asesoría técnica de recursos naturales". Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Durango. Durango.

Garza, A, J.H. Martínez y E. Martínez. 2001c. Estimación poblacional y plan de manejo del guajolote silvestre del rancho El Durangueño, municipio de Canatlán, Dgo (SEMARNAT-UMA-EX-0010-DGO). Informe técnico. Dirección de La Michilía, CONANP/Instituto Nacional de Ecología/SEMARNAT, Durango.

Garza, A., M.H. Neri y E.E. Aragón. 2004. *Guía de las aves: Reserva de la Biosfera La Michilía.* Coedición Instituto de Ecología, A.C./CONABIO. Durango.

Garza, A., G.D. De León, A. Sánchez y S. Gutiérrez. 2006. Fauna silvestre del ejido Salto de Camellones municipio de Santiago Papasquiaro, Durango. Informe técnico presentado a la SEMARNAT. Centro de Ecología Regional, A.C., Durango.

Garza, A., S. Gutiérrez, E.E. Aragón *et al.* 2007a. Plan de manejo de la UMA "San José de Causas", municipio de San Dimas, Durango. Informe técnico. Centro de Ecología Regional, A.C., Durango.

Garza, A., A. Sánchez, E.E. Aragón y S.R. Gutiérrez. 2008a. *Aves de la Laguna de Santiaguillo (Valle y Sierra).* Coedición Centro de Ecología Regional, A.C./CONABIO. Durango. Durango.

Garza, A., E.E. Aragón, J.A. Rodríguez y S.R. Gutiérrez. 2009. Programa regional productivo para la conservación, manejo y uso sustentable de la fauna silvestre cinegética en seis ejidos en la zona de amortiguación de una área natural protegida, en los municipios de Súchil y El Mezquital del estado de Durango. Proyecto CS-09-D-DR-198-09. Informe técnico presentado al Instituto Nacional de Desarrollo Social/INDESOL. Centro de Ecología Regional, A.C. Durango.

Garza, A., E.E. Aragón, S.R. Gutiérrez y J.A. Rodríguez. 2010a. Área de conservación comunitaria "El Rillito", ejido La Florida, Mpio. San Dimas, Durango. Informe técnico. PROCYMAF II (Acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático). CONAFOR/SEMARNAT/Centro de Ecología Regional, A.C. Noviembre de 2010. Durango.

Garza, A., E.E. Aragón, S.R. Gutiérrez y J.A. Rodríguez-Maturino. 2010b. Inventario florístico y faunístico de la región de La Pitarrilla, El Oro, Durango. Informe técnico. Centro de Ecología Regional, A.C./Silver Standard México S.A. de C.V., Durango.

Garza, A., M.A. Osio, L.E. Palacios *et al.* 2002. Estimación poblacional y plan de manejo del guajolote silvestre y del venado cola blanca del ejido Las Playas, Durango, Durango. Informe técnico presentado al INE/Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Durango.

Garza, H.A., S. Gutiérrez, E.E. Aragón *et al.* 2008b. Plan de manejo de la UMA "El Palmito", Concordia, Sinaloa. Informe técnico. CONAFOR/Centro de Ecología Regional, A.C. Durango.

Garza, A., S. Gutiérrez, G.D. De León *et al.* 2008c. Plan de manejo de la UMA "22 de Mayo", municipio de Canatlán, Durango. Informe técnico presentado a la SEMARNAT/Centro de Ecología Regional, A.C., Durango.

Garza, A., E.E. Aragón, M. Neri *et al.* 2007b. *Guía de las aves de la Reserva de la Biosfera de Mapimí.* Coedición Instituto de Ecología, A.C./COCYTED/Gobierno del Estado de Durango, Durango.

Garza, A., E.E. Aragón, L.L. Hernández *et al.* 2012. Delimitación y establecimiento de un área de conservación comunitaria para la protección de las aves trogoniformes en el N.C.P.E. Las Playas, Durango, Durango. Informe técnico. Programa de Desarrollo Forestal Comunitario, Lineamientos ProÁrbol de la Comisión Nacional Forestal 2011, Centro de Ecología Regional, A.C., Durango.

Garza, A., E.E. Aragón, G.D. De León *et al.* 2005. Biodiversidad del Predio "El Durangueño", Canatlán, Durango. Expediente III-10-CABSA-0341. Informe técnico. Instituto de Ecología, A.C./PRODEFOR 2004/CONAFOR, Gobierno del Estado de Durango, Durango.

Garza, A., G.D. De León, A. Sánchez y S. Gutiérrez. 2006. Fauna silvestre del ejido Salto de Camellones Municipio de Santiago Papasquiaro, Durango. Informe técnico. Centro de Ecología Regional, A.C./SEMARNAT, Durango.

Gómez de Silva, H. 1996. The conservation importance of semiendemic species. *Conservation Biology* 10: 674-675.

Grajales, K.M. 2009. *Efecto de la urbanización sobre la estructura de las comunidades de aves en la ciudad de Durango.* Tesis de maestría en ciencias en gestión ambiental. IPN, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Durango.

Gutiérrez S., A. Sánchez, G.D. De León *et al.* 2006. Plan de manejo de la UMA "Miguel Negrete", municipio de Nuevo Ideal, Durango. Informe técnico. Centro de Ecología Regional, A.C./CONAFOR, Durango.

Hermosillo, S. 1989. *Forrajeo y reproducción de Campylorhynchus brunneicapillus (Aves: Troglodytidae) en el verano de 1988.* Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

Hermosillo, S., A. Garza y J. Nocedal. 1991. Preferencias de áreas de forrajeo de *Campylorhynchus brunneicapillus* (*Troglodytidae*): Influencia de los cambios en la densidad de presas. *Publicaciones Biológicas-FCB-UANL* 5(1): 49-52.

Hiraldo, F., M. Delibes y M. Donazar. 1991a. Comparison of diets, of turkey vultures in three regions of northern Mexico. *Journal Field Ornithology* 62(3): 319-324.

Hiraldo, F., M. Delibes y R. Rodríguez-Estrella. 1991b. Overlap in the diets of diurnal raptors breeding at The Michilía Biosphere Reserve, Durango, México. *Journal of Raptor Research* 25: 25-29.

Hutto, R.L. 1980. Winter habitat distribution of migratory land birds in western México, with special reference to small foliage gleaning insectivores. En: *Migrant birds in the neotropics: Ecology, behavior and conservation.* A. Keast y E. Morton (eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., pp. 181-203.

INECOL. Instituto de Ecología A.C. 2001a. Estudio de flora y fauna. comunidad Duraznitos y Picachos, municipio de San Dimas, Durango. A. García, J. Nocedal, E. Aragón *et al.* (coord.). Informe técnico. UCODEFO NO. 6 de El Salto, Durango-Instituto de Ecología, A.C., Durango.

—. 2001b. Estudio de flora y fauna, ejido San Pablo, municipio de San Dimas, Durango. A. García, J. Nocedal, E. Aragón *et al.* (coord.). Informe técnico. UCODEFO NO. 6 de El Salto, Durango. Instituto de Ecología, A.C., Durango.

—. 2001c. Estudio de flora y fauna, comunidad Chavarría Nuevo, municipio de Pueblo Nuevo, Durango. A. García, J. Nocedal, E. Aragón *et al.* (coord.). Informe técnico. UCODEFO NO. 6 de El Salto, Durango. Instituto de Ecología, A.C., Durango.

—. 2001d. Estudio de flora y fauna, ejido San José de Ánimas, municipio de Durango. A. García, J. Nocedal, E. Aragón *et al.* (coord.). Informe técnico. UCODEFO NO. 6 de El Salto, Durango. Instituto de Ecología, A.C., Durango.

—. 2001e. Estudio de flora y fauna, comunidad La Esperanza, municipio de Durango, Durango. A. García, J. Nocedal, E. Aragón *et al.* (coord.). Informe técnico. UCODEFO NO. 6 de El Salto, Durango. Instituto de Ecología, A.C., Durango.

—. 2001f. Estudio de flora y fauna, ejido Laguna del Progreso, municipio de San Dimas, Durango. A. García, J. Nocedal, E. Aragón *et al.* (coord.). Informe técnico. UCODEFO NO. de El Salto, Durango. Instituto de Ecología, A.C., Durango.

—. 2001g. Estudio de flora y fauna, ejido La Campana, municipio Pueblo Nuevo, Durango. A. García, J. Nocedal, E. Aragón *et al.* (coord.). Informe técnico. UCODEFO NO. 6 de El Salto, Durango. Instituto de Ecología, A.C., Durango.

—. 2001h. Estudio de flora y fauna, ejido La Cueva y Anexos, municipio de Pueblo Nuevo, Durango. A. García, J. Nocedal, E. Aragón *et al.* (coord.). Informe técnico. UCODEFO NO. 6 de El Salto, Durango. Instituto de Ecología, A.C., Durango.

Komar, N. y G. Clark. 2006. West Nile Virus activity in Latin America and the Caribbean. *Revista Panamericana de Salud Pública* 19: 112-117.

Lammertink, J.M., J.A. Rojas Tomé, F.M. Casillas Orona y R.L. Otto. 1997. Situación y conservación de los bosques antiguos de pino-encino de la Sierra Madre Occidental y sus aves endémicas. Informe técnico. CIPAMEX, México.

Lowther, P.E. y J. Nocedal. 1997. Olive Warbler (*Peucedramus taeniatus*). *The Birds of North America* Online. A. Poole (ed.). Ithaca: Cornell Lab. Of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America. En: <*http://bna.birds.cornell.edu.bnaproxy.birds.cornell.edu/bna/species/310*>.

Martínez, V. 1996. *Hábitos alimentarios y parásitos intestinales del Guajolote Silvestre en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango.* Tesis de licenciatura. Escuela Superior de Biología, Universidad Juárez del Estado de Durango. Gómez Palacio.

Morales, G.A., A. Garza y J.C. Sotomayor.1997. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 403-414.

Muñiz, M.R. 2001. Vertebrados terrestres de San Juan de Camarones, Durango. IPN, Centro Interdisciplinario de Investigación para el

Desarrollo Integral Regional, Durango. Informe final SNIB-CONABIO Proyecto No. R008. México.

Navarro-Sigüenza, A.G., A.T. Peterson, B.P. Escalante y H. Benítez. 1992. *Cypseloides storeri*, a New Species of Swift from Mexico. *The Wilson Bulletin* 104: 55-64.

Nocedal, J. 1988. Resource partitioning in a guild of foliage gleaners in an oak-pine woodland of western Mexico. En: *Acta XIX Congressus Internationalis Ornithologici.* H. Ouellet (ed.). Ottawa University Press. Ottawa, pp. 2318-2327.

—. 1993. Estudio para la protección y manejo del águila real (*Aquila chrysaetos* Linnaeus) en el estado de Durango. V Fase. Instituto de Ecología, A.C./SEDUE, Durango.

—. 1994. Local migrations of insectivorous birds in Western Mexico: Implications for the protection and conservation of their habitats. *Bird Conservation International* 4: 129 B142.

—. 1995. Seasonal dynamics of foliage-gleaning insectivorous birds in southern Durango, Mexico. En: *Conservation of neotropical migratory birds in Mexico. Maine Agricultural and Forest Experiment Station.* M.H.Wilson, CH.S. Robbins y J.R. Karr (eds.). Miscellaneous Publication 727. Maine, pp 81-93.

Nocedal, J. y M. Ficken. 1998. Bridled Titmouse (*Baeolophus wollweberi*). En: *The Birds of North America* Online. A. Poole (ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America. En: <*http://bna.birds.cornell.edu.bnaproxy.birds.cornell.edu/bna/species/375*>, última consulta: 16 de abril de 2016.

Nocedal, J. y A. Garza. 1988. Estudio de la avifauna del valle del Guadiana, Durango. Estudio Integral de la contaminación en el valle del Guadiana. Informe técnico. Instituto de Ecología, A.C. México.

—. 1991. Estudio para la protección y manejo del águila real (*Aquila chrysaetos*) en el estado de Durango. IV Fase. Informe técnico. Instituto de Ecología, A.C./SEDUE. Durango.

—. 1995. Organización estacional de las bandadas de cócono silvestre en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango. Informe técnico (Clave D112- 903516). Instituto de Ecología, A.C./CONACYT, Durango.

Nocedal, J. y A. Zúñiga. 1999. The golden eagle (*Aquila chrysaetos Linnaeus*) in the state of Durango, México: distribution and nesting phenology. Resumen. *Raptor Research Foundation Animal Meeting.* Noviembre 3-7. La Paz.

Panjabi, A., R. Sparks, J. Blakesley y D. Hanni. 2006. Proposed study design and field methodology for inventory and monitoring of wintering grassland birds in the Chihuahuan desert region of northern Mexico. Rocky Mountain Bird Observatory, Unpublished report, submitted to tnc Migratory Bird Program.

Panjabi, A., G. Levandoski y R. Sparks. 2007. Wintering bird inventory and monitoring in priority conservation areas in Chihuahuan Desert Grasslands in Mexico: 2007 pilot results. Final technical report I-MXPLAT-TNC07-02. Rocky Mountain Bird Observatory, Brighton, CO.

Ramsar. 2007. Ficha Informativa de los humedales de Ramsar (FIR) Versión 2006-2008. Parque Estatal Cañón de Fernández. En: <*http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Durango/Parque%20Estatal%20Ca%C3%B1%C3%B3n%20de%20Fern%C3%A1ndez/Mexico%20Ca%C3%B1%C3%B3n%20de%20Fern%C3%A1ndez%20RIS%20S%202008.pdf*>, última consulta: 12 de abril de 2016.

—. 2011. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) Versión 2009-2012. Laguna de Santiaguillo. En: <*http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Ingresos2012/Durango/2012%20Mexico%20Laguna%20Santiaguillo%20RIS.pdf*>, última consulta: 12 de agosto de 2013.

Rodríguez-Estrella, R. y A. Ortega-Rubio.1993. Nest site characteristics and reproductive success of burrowing owls (Strigiformes: Strigilae) in Durango, Mexico. *Revista de Biología Tropical.* 41: 143-148.

Rodríguez-Maturino, J.A., A. Garza, E.E. Aragón *et al.* 2013. Aves y mamíferos del Parque Nacional Sierra de Órganos, Zacatecas. Informe técnico Centro de Ecología Regional, A.C./SNIB/CONABIO, Proyecto No. IE003. México.

Roldán, P., R. Pineda, A. Garza *et al.* 2008. Monitoreos focales de aves en la Reserva de la Biosfera La Michilía. CIPAMEX-CERAC (eds.). *Resúmenes y Programa del VIII CECAM*, Durango.

Romagosa, C. y R. Labiski. 2000. Establishment and dispersal of the Eurasian Collared-Dove in Florida. *Journal of Field Ornithology* 71: 159-166.

Sánchez, R.A. 2008. *Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad de la avifauna del ejido Miguel Negrete, Nuevo Ideal, Durango.* Tesis profesional. Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán.

Sánchez, F., A. Garza, G.D. De León y C.P. Sánchez. 2005. Plan de manejo, conservación y aprovechamiento cinegético en la UMA "Venustiano Carranza", Pueblo Nuevo, Durango. Informe técnico. Centro de Ecología Regional, A.C. Durango.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. Plan de manejo tipo aves canoras y de ornato. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales Dirección General de Vida Silvestre.

—. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Sharp, B. 2014. A ver Aves. En: < *http://www.averaves.org/* >, última consulta: 5 de mayo de 2014.

SRNMA. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Ordenamiento ecológico del estado de Durango. Informe técnico. SRNyMA/Gobierno del Estado de Durango, Durango.

Taras, K. 2005. Incidence of pigeon circovirus in Eurasian Collared-Dove (*Streptopelia decaocto*) detected by nested PCR. *Acta Veterinaria de Brno* 74: 361-368.

Thiollay, J.M. 1979. Structure et dynamic du peuplementa vien d' un matorral aride (Bolson de Mapimi, Mexique). *Revue D Ecologie-la Terre Et La Vie* 33: 563-589.

—. 1981a. Ségrégation écologique et pression de predation de deuxbuess sympatriques dans un désert mexicain. *Le Gerfaut* 71: 575. Q 10.

—. 1981b. Structure and seasonal changes of bird population in a desert scrub of northern Mexico. *Publicaciones Instituto de Ecología* 8:143-167.

—. 1984. Stratégie d' exploitation de milieux desertiques chez la Crecerelle americaine, *Falco sparverius* L. *Acta Oecologica. Oecologia Generalis* 5: 261-283.

—. 1985. Strategies de has ecomparees d'oiseaux insectivores sedentaires et migrateurs dans un desert mexicain. *Acta Ecológica. Oecologia Generalis* 6: 3-15.

Turner, A.H, D. Pol, J.A. Clarke *et al.* 2007. A basal dromaeosaurid and size evolution preceding avian flight. *Science* 317: 1378-1381.

Valdés-Perezgasga, F. 1999. Wood duck *Aix sponsa* breeding in the Nazasriver, Durango, México. *Cotinga* 11: 13-14.

Valencia, C.C. 2003. Plan de manejo del Parque Estatal "Cañón de Fernández" en el municipio de Lerdo, Estado de Durango. Universidad Juárez del Estado de Durango.

Waeuer, R.H. y D.H. Riskind. 1977. Transactions of the Symposium on the biological resources of Chihuahuan Desert Region, United States and Mexico. U.S. Department of the Interior and National Park Service. *Transactions and Proceedings Series. Number three.* Alpine, TX.

Webb, R.G. y R.H. Baker. 1962. Terrestrial vertebrates of the Pueblo Nuevo area of southwestern Durango, México. *American Midland Naturalist* 68: 325-333.

Mamíferos

Elizabeth Esperanza Aragón Piña • Fernando Alfredo Cervantes Reza • Alfredo Garza Herrera (†) • Julieta Vargas Cuenca

DESCRIPCIÓN

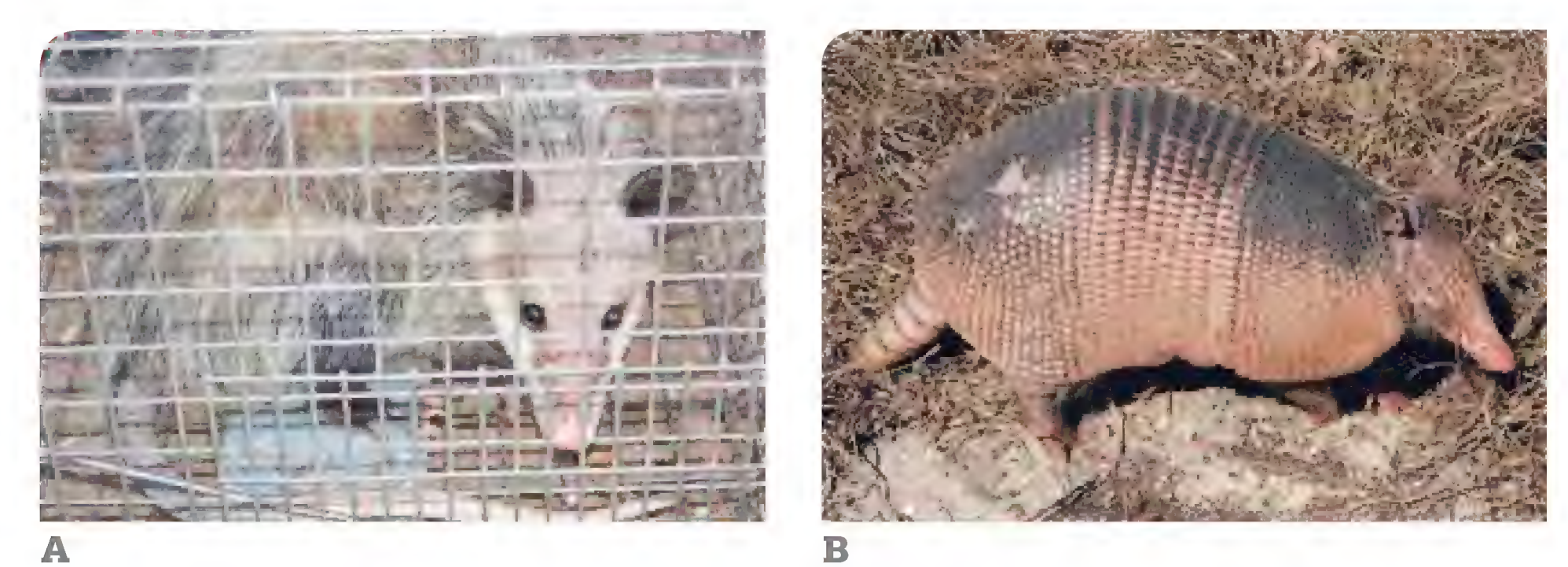
Los mamíferos se caracterizan por presentar glándulas mamarias que producen leche, pelo en alguna parte del cuerpo, son homeotermos (conservan el calor corporal), tienen un solo hueso mandibular y dientes heterodontos (incisivos, caninos y molares), respiración pulmonar; su corazón está dividido en cuatro cavidades, cuentan con un sistema nervioso complejo (caja cerebral muy desarrollada) y tienen reproducción vivípara y fecundación interna. En cuanto a su apariencia física, los mamíferos son muy diferentes; los hay grandes, pequeños, con pelo, sin pelo, con adaptaciones para el medio terrestre, acuático e incluso aéreo, por lo que existe una gran diversidad. A continuación se describen los ocho órdenes de mamíferos presentes en la entidad:

1. Didelphimorphia: representado por el tlacuache (figura 1a), su cuerpo es gris y el vientre crema, con cola prensil y poco pelo, semejante a un ratón de campo, pero tiene dientes molariformes tritubercu-lares (con tres cúspides).
2. Cingulata: su nombre común es armadillo (figura 1b), se reconoce por su caparazón con nueve bandas, cabeza puntiaguda y orejas muy pequeñas.
3. Soricomorpha: se les conoce como musarañas, se distinguen por su talla pequeña, hocico alargado y cinco dedos con garras en la pata, pelo denso y lustroso.
4. Chiroptera: conocidos coloquialmente como murciélagos (figura 2), son mamíferos voladores con el sentido de la ecolocación muy desarrollado.
5. Carnivora: como su nombre lo indica, presentan caninos bien desarrollados, molares y premolares adaptados para triturar y cortar. Algunos carnívoros son el lobo, coyote solitario, oso, nutria, mapache, zorrillo (figura 3), zorras, jaguarundi, tigrillo, margay, gato montés, puma, tejón, cacomixtle y otros.
6. Artiodactyla: los más comunes en la entidad son el venado y pecarí de collar (figura 4), que presentan un par de dedos. Otras especies de artiodáctilos consideradas como extintas en la entidad son el berrendo y el bisonte.
7. Rodentia: son las ardillas, ratones, ratas y tuzas (figura 5), se caracterizan por presentar incisivos de crecimiento continuo y carecen de caninos.
8. Lagomorpha: conocidos como conejos y liebres (figura 6), tienen un labio superior dividido en forma de "y" con dos pares de incisivos en la premaxila.

INVESTIGACIONES SOBRE LA MASTOFAUNA EN EL ESTADO

La mastofauna de Durango se ha estudiado desde poco antes del siglo xx; las primeras listas de especies fueron realizadas principalmente por científicos extranjeros (Allen 1903 y 1904, Hooper 1954 y 1955, Drake 1958, Baker 1960, destacan en particular las de Baker y Geer 1962, Webb y Baker 1962, Jones 1964, Crossin *et al.* 1973, Baker 1974, Davis y Baker 1974, Petersen 1976 y 1978, Webster y Jones 1982). Posteriormente, científicos mexicanos y algunos asociados con extranjeros publicaron numerosos artículos y documentos sobre inventarios, distribución, biología y ecología de la mastofauna de dos áreas naturales protegidas, en las reservas de la biosfera La Michilía y Mapimí y áreas circunvecinas (Gallina *et al.* 1978, Gallina 1981, Grenot y Serrano 1981, Gallina y Folliot 1983, Álvarez y Polaco 1984, Serrano 1987, Servín y Huxley 1991a y 1991b, Gallina y Ezcurra 1992, Rogovin *et al.* 1992, López-Vidal y Álvarez 1993, Servín y Huxley 1993, Hernández 1996, Servín *et al.* 1996, Servín *et al.*1997, Muñiz-Martínez y Arroyo-Cabrales 1996, Muñiz-Martínez y Polaco 1996, Muñiz-Martínez 1997, Peppers *et al.* 1997, Arita 1998, Aragón y Garza 1999, Aragón *et al.* 2002, Muñiz-Martínez 2002, Muñiz-Martínez *et al.* 2003, Servín *et al.* 2003, Baudoin *et al.* 2004, Bradley *et al.* 2004, López-González y Torres-Morales 2004, Portales *et al.* 2004, González-Romero *et al.* 2005, Hernández *et al.* 2005, López-González 2005, Sán-

Aragón-Piña, E.E., F.A. Cervantes-Reza, A. Garza-Herrera y J. Vargas-Cuenca. 2017. Mamíferos. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*. CONABIO, México, pp. 475-491.



A B

Figura 1. a) Tlacuache (*Didelphis virginianus*), municipio de Súchil. b) Armadillo (*Dasypus novemcinctus*).
Fotos: *Elizabeth Aragón (a) y Robert Shallenberger/U.S. Fish and Wildlife Service (b).*

chez 2005, CONANP 2006, Gómez-Ruiz *et al.* 2006, Aragón *et al.* 2009, López-González *et al.* 2010, Torres-Morales *et al.* 2010, Aragón *et al.* 2012, García-Mendoza y López-González 2013, entre otros).

Asimismo, se desarrollaron diversos estudios técnicos sobre ordenamiento ecológico y en sitios de alta biodiversidad para su conservación, en donde algunos tienen aprovechamientos forestales o son impactados por otras actividades humanas: San Dimas y Pueblo Nuevo (García *et al.* 2001a-h), Guanaceví (INECOL 2003a), Guadalupe Victoria (INECOL 2003b), Santiaguillo (INECOL 2004), Quebrada de Santa Bárbara (INECOL 2006a), Málaga (INECOL 2006b), Salto del Agua Llovida (INECOL 2007a), El Tecuán (INECOL 2007b), Indé (Garza *et al.* 2010a), por mencionar algunos. Márquez-Linares, en 2008, hace un esfuerzo para ordenar la información global de la fauna del estado, en donde incluye una lista somera de los mamíferos. Posteriormente se hacen estudios para decretar áreas de conservación comunitaria, para el margay en el Nuevo Centro de Población (NCPE) San Francisco Javier (Aragón *et al.* 2011), para tres especies de coníferas en riesgo en el Ejido La Florida (Garza *et al.* 2010b), para la tortuga del desierto en el NCPE Vicente Guerrero (Garza *et al.* 2011a) y para aves trogoniformes en el NCPE Las Playas (Garza *et al.* 2011b), entre otros.

Se incorporaron datos de algunas compilaciones de renombrados mastozoólogos de México, que contienen información de localidades de las especies presentes en el estado (Hall 1981, Ramírez-Pulido *et al.* 1982, 1983, 1986, 1996, 2005 y 2008, Ramírez-Pulido y Castro-Campillo 1990, Flores-Villela y Gerez 1994, López-Wilchis y López-Jardines 1999, Villa y Cervantes 2003, Ceballos y Oliva 2005). Así como de algunos datos de colecciones científicas nacionales y extranjeras: Colección Científica de Fauna Silvestre del Instituto Politécnico Nacional (CNCB); Colección de Mamíferos de la Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Iztapalapa, UAMI); Colección Nacional de Mamíferos, Instituto de Biología de la UNAM (CNMA); Colección Regional de Mamíferos del CIIDIR, Unidad Durango del IPN (CRD); y las extranjeras reportadas por López-Wilchis y López Jardines 1999.

DIVERSIDAD

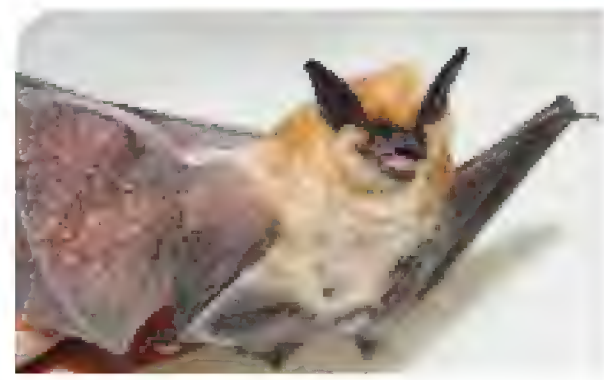
México cuenta con gran diversidad de mamíferos y ocupa el tercer lugar a nivel mundial con 489 a 535 especies (Villa y Cervantes 2003, Ceballos *et al.* 2005, Ceballos y Oliva 2005, Ramírez-Pulido *et al.* 2005 y 2008). A partir de la revisión exhaustiva de los trabajos antes mencionados sobre la mastofauna del estado se generó una lista, en la cual son particularmente importantes los trabajos de Baker y Greer 1962, Servín *et al.* 1997, Sosa *et al.* 1998, Aragón *et al.* 2012, García y López 2013. En Durango se registran 157 especies de mamíferos silvestres actuales, que representan de 29.35% a 32.11% del total del país, las cuales se agrupan en ocho órdenes, 22 familias y 76 géneros (apéndice 23 y cuadro 1).

Durango es una de las entidades con alta riqueza de mamíferos en el país, después de Chihuahua, Oaxaca, Veracruz, Chiapas y Nayarit (Álvarez y De la Chica 1974, Mittermeier y Mittermeier 1992, Flores-Villela y Gerez 1994, Sánchez-Cordero 2001, Retana y Lorenzo 2002, Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004, Sánchez 2005).

A

C

B1



B2

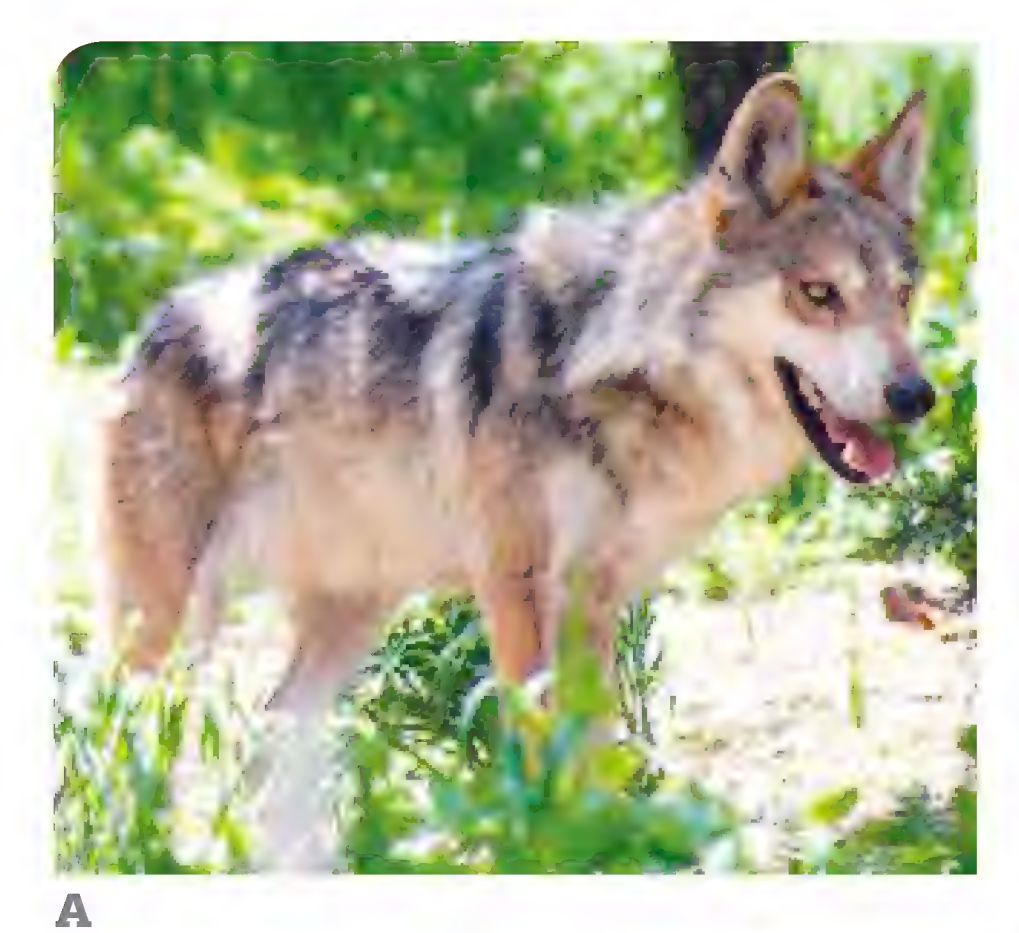
D

Figura 2. Quirópteros, a) Murciélago orejón (*Corynorhinus townsendii*), Súchil, b) Miotis cara negra (*Myotis ciliolabrum*), Mapimí, c) Miotis mexicano (*Myotis velifer*), Súchil, d) Murciélago hocicudo (*Leptonycteris nivalis*), Mapimí. **Fotos:** *Elizabeth Aragón (a, b, c), © Merlin D. Tuttle, Bat Conservation International (d).*

DISTRIBUCIÓN

Esta diversidad se debe a la variedad de ecosistemas que confluyen con las zonas montañosas y las semidesérticas, en la llamada Zona de Transición Mexicana, en donde hay ambientes complejos desde el punto de vista ecológico y topográfico (Fa y Morales 1991). La entidad funciona como barrera para la dispersión de la fauna neotropical y como corredor de penetración para la fauna neártica (Halffter 1978, Briones 1988, Ceballos y Oliva 2005). Además, la alta heterogeneidad ambiental (climas, suelos, pendientes y altitudes) en los sistemas montañosos (Challenger 1998, Baker y Greer 1962), permite albergar gran diversidad de especies y ecorregiones (González *et al.* 2007). La provincia con mayor riqueza de especies de mamíferos es la Sierra Madre Occidental (con 134 especies, 85.4%), seguida de las Sierras y Llanuras del Norte (54.1%), la Sierra Madre Oriental (39.5%) y la Mesa Central (39.5%) (apéndice 23) y los municipios con más riqueza fueron Santiago Papasquiaro, Pueblo Nuevo Durango y Súchil, pero aún existen 12 municipios casi inexplorados (figura 7).

La distribución de especies en Durango también se debe a los eventos ocurridos en el pasado (durante el pleistoceno), ya que algunas especies quedaron restringidas a ciertas áreas por barreras y corredores biogeográficos (Challenger 1988, Ferrusquía-Villafranca 1998, Fa y Morales 1998, Ceballos *et al.* 2010). Por tanto, existen 11



A

B

C

D

E

Figura 3. Carnívoros. a) Lobo mexicano (*Canis lupus*), Súchil, b) Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), Súchil, c) Solitario (*Nasua narica*), Pueblo Nuevo, d) Cacomixtle (*Bassariscus astutus*), Súchil, e) Oso gris (*Ursus americanus*), Súchil, f) Nutria (*Lontra longicaudis*), Durango, g) Mapache (*Procyon lotor*), Canatlán, h) Zorrillo (*Mephitis macroura*), i) Puma (*Puma concolor*), Canatlán.
Fotos: *Elizabeth Aragón (a, c, f, g, h). Alfredo Garza (b, d, e, i).*

F

G

H

I

A

B

C1

C2

Figura 4. Artiodáctilos. a) Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), b) Venado bura (*Odocoileus hemionus*), Mapimí, c) Pecarí de collar (*Pecari tajacu*), Mezquital.
Fotos: *Alfredo Garza.*

especies con distribución disyunta o relicta, las ardillas *Xerospermophilus spilosoma, Callospermophilus madrensis, Sciurus aberti, Sciurus nayaritensis* y *Tamias dorsalis*, las ratas canguro *Dipodomys ordii* y *Dipodomys spectabilis*, el ratón de campo *Peromyscus difficilis*; la rata algodonera *Sigmodon fulviventer;* y la rata *Neotoma mexicana*. Son sobresalientes los endemismos para México (16.98% del estado, cuadro 2), registrando 28 especies (Wilson y Reeder 2005), localizadas principalmente en las partes altas de la Sierra Madre Occidental (SMOCC), por lo que se deben promover acciones de conservación y realizar más estudios de estas especies y sus hábitats. Entre ellos las musarañas (*Sorex emarginatus* y *S. oreopolus*), algunos murciélagos (*Natalus lanatus, Artibeus hirsutus, Myotis carteri, Corynorhinus mexicanus, Rhogeessa parvula*); ardillas (*Callospermophilus madrensis, Tamias bulleri. T. durangae, T. dorsalis, Sciurus aberti, S. alleni* y *S. colliaei*); ratones (*Chaetodipus artus, C. goldmani, C. pernix, Peromyscus difficilis, P. melanophrys, P. schmidlyi, P. spicelegus, Reithrodontomys zacatecae*) y ratas (*Dipodomys nelsoni, D. phillipsii, Nelsonia neotomodon, Neotoma goldmani, Sigmodon alleni, S. leucotis*).

Para el caso del armadillo (*Dasypus novemcinctus*) su distribución no es muy conocida y sólo se tienen reportes en la SMOCC (municipio Nombre de Dios), por lo que se requiere hacer más estudios para esta especie.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Es sabido que los murciélagos son controladores de plagas de insectos (Vespertilionidae) y polinizadores de plantas (Phyllostomidae). Los carnívoros regulan poblaciones de animales que podrían ser plagas en cultivos. Los roedores y algunos carnívoros son dispersores de semillas y removedores de suelo, lo que favorece el establecimiento de plantas, y a su vez sirven de alimento a otros vertebrados. En cuanto al aspecto económico, algunas especies con altas poblaciones llegan a afectar cultivos, como es el caso de las ratas algodoneras (*Sigmodon*), las tuzas (*Cratogeomys* y *Thomomys*) y los

Cuadro 1. Composición taxonómica de la mastofauna nativa actual

Orden	Familias	Géneros	Especies
Didelphimorphia	Didelphidae	3	3
Cingulata	Dasypodidae	1	1
Soricomorpha	Soricidae	2	5
Chiroptera	Emballonuridae	1	1
	Molossidae	5	9
	Mormoopidae	2	2
	Natalidae	1	2
	Phyllostomidae	11	19
	Vespertilionidae	9	23
Carnivora	Canidae	3	4
	Felidae	3	5
	Mephitidae	3	5
	Mustelidae	3	3
	Procyonidae	3	3
	Ursidae	1	1
Artiodactyla*	Tayassuidae	1	1
	Cervidae	1	2
Rodentia**	Sciuridae	7	13
	Geomyidae	2	3
	Heteromyidae	4	17
	Muridae	8	31
Lagomorpha	Leporidae	2	4
Total	**22**	**76**	**157**

*Se reporta la especie exótica cerdo europeo (*Sus scrofa*), la cual no se incluye en el conteo.
**Se reportan las especies exóticas rata y ratón doméstico (*Rattus rattus* y *Mus musculus* respectivamente), las cuales no se incluyen en el conteo.
Fuente: Baker y Greer 1962, Servín *et al.* 1997, Sosa *et al.* 1998, Aragón *et al.* 2012, García-Mendoza y López-González 2013.

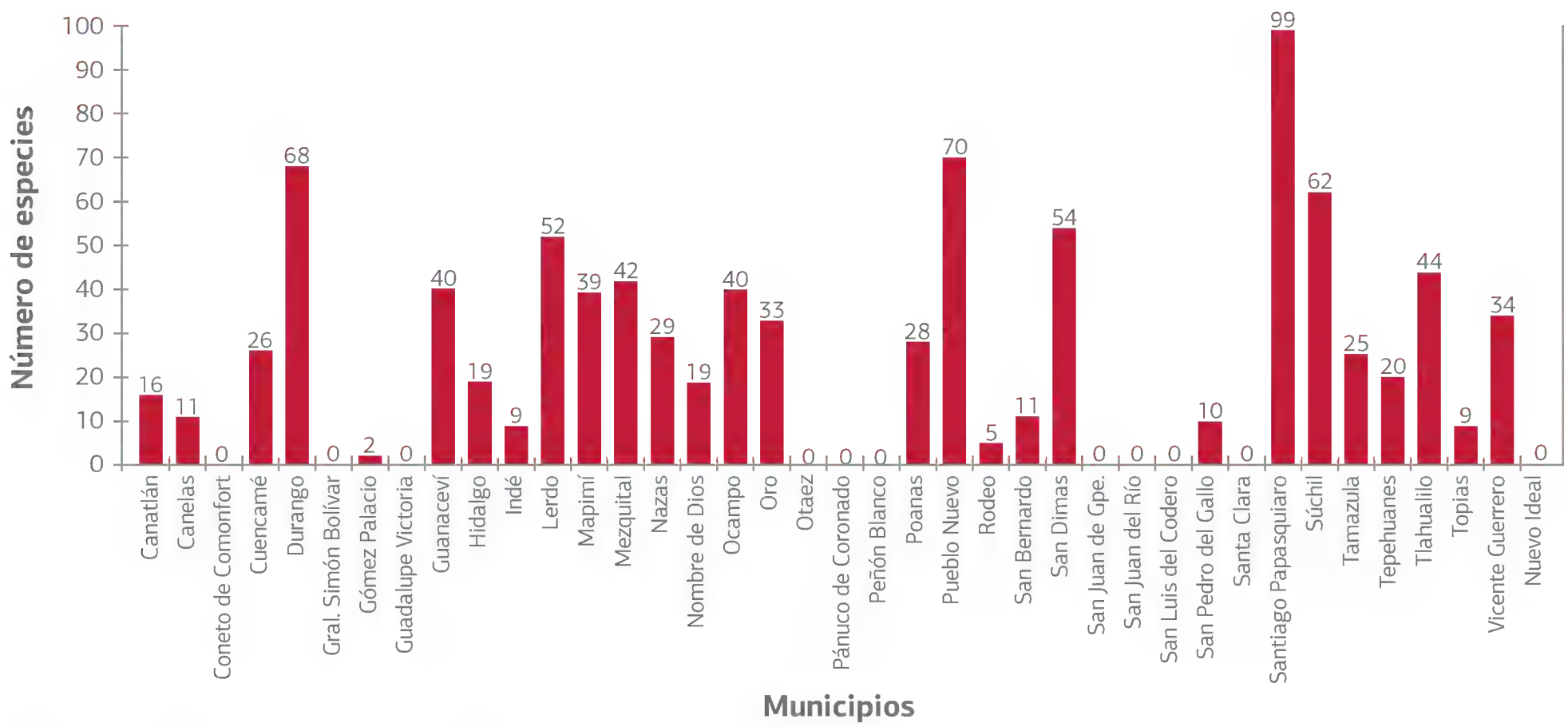


Figura 7. Riqueza de especies de mamíferos por municipios.

roedores exóticos (*Rattus rattus* y *Mus musculus*) (por ejemplo en los municipios de Canatlán y Gómez Palacio); se ha observado que los venados (*Odocoileus virginianus*) frecuentan cultivos de frijol y los mapaches y ardillones consumen cultivos de maíz (municipios de Súchil, Vicente Guerrero, El Mezquital). En la actualidad los venados cola blanca y bura (*O. hemionus*) y el jabalí de collar (*Pecari tajacu*) son aprovechados cinegéticamente mediante la autorización de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). En el aspecto cultural, algunas poblaciones tepehuanas de El Mezquital usan al venado para realizar rituales durante sus ceremonias religiosas.

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

Son cinco las especies que se encuentran catalogadas como extintas y que se distribuían en la entidad: el lobo mexicano (*Canis lupus*) y el oso pardo (*Ursus arctos*), que habitaban en la SMOCC, además del berrendo (*Antilocapra americana*), el bisonte americano (*Bison bison*) y el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), que habitaban en las Sierras y Llanuras del Norte. Actualmente, de las 157 especies de mamíferos reportadas para el estado, 49 enfrentan problemas de conservación: 20 se enlistan en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 28 son consideradas endémicas por Wilson y Reeder (2005), 13 están reportadas en alguna categoría de la UICN y ocho en CITES (cuadro 2).

PRINCIPALES AMENAZAS

Las amenazas para la mastofauna han sido la alteración y pérdida de hábitat de las especies principalmente por deforestación, pues Durango es de los primeros estados productores forestales del país, como ha ocurrido para el caso de algunos carnívoros (ocelote, margay, puma, jaguarundi, tejón, oso gris, oso pardo y lobo mexicano), como también por uso no controlado ganadero o agrícola (zorrita del desierto), y la contaminación de acuíferos ha disminuido las poblaciones de la nutria o perro de agua. En cambio, para los murciélagos nectarívoros o frugívoros las principales amenazas son las sequías prolongadas, ya que son especies migratorias que dependen de la floración y fructificación de algunas plantas, aunado a la acción del ser humano que por falta de una cultura ecológica los extermina o extrae especies de plantas de las que se alimentan. En el caso de las musarañas, sus poblaciones naturales son muy bajas y se encuentra en sitios muy localizados tanto en el desierto como el bosque, al igual que las ratas (canguro y cambalachera), y para varias especies de ardillas de bosque los aprovechamientos forestales del pasado han mermado sus poblaciones y restringido sus hábitat de permanencia.

Es importante mencionar que la introducción de especies exóticas como el jabalí europeo (municipio de Súchil) llega a desplazar a la especie nativa (jabalí de collar). Además, el turismo que está en inminente crecimiento y la cacería furtiva son factores que amenazan

A

B

C1

C2

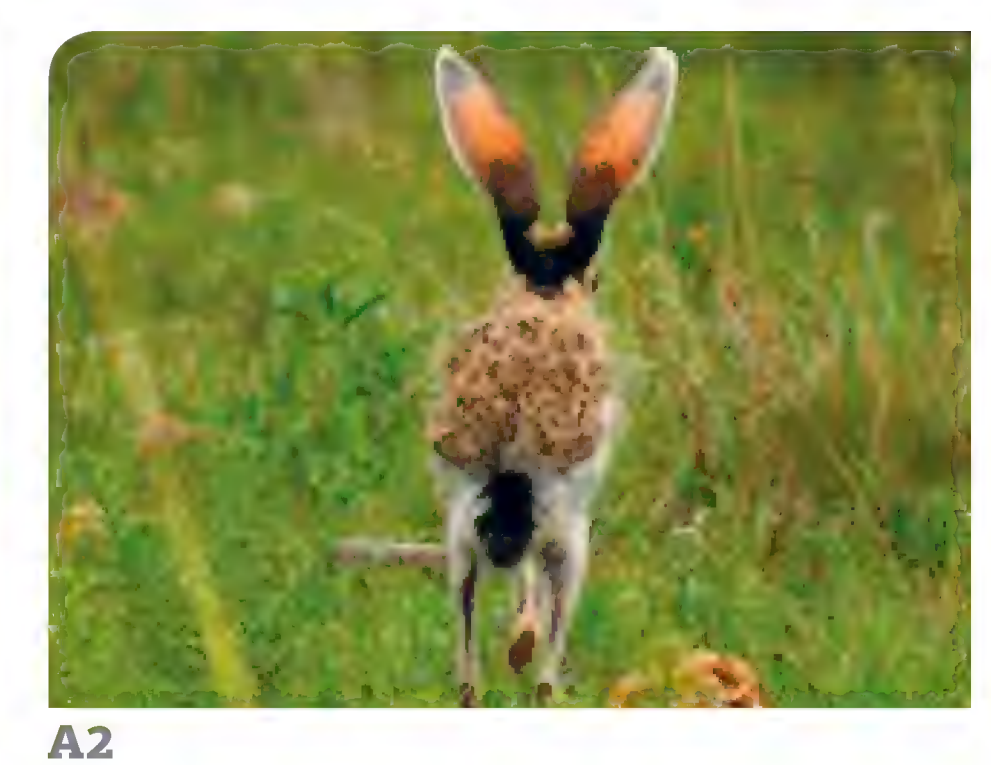
D1

D2

E

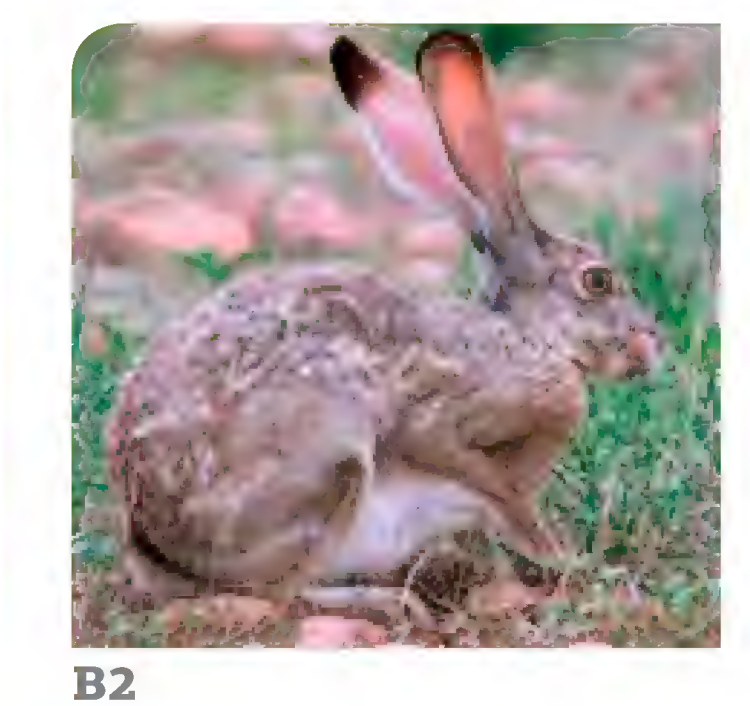
Figura 5. Roedores. a) Ratón de abazones (*Perognathus flavus*), Mapimí, b) Ratón espinoso (*Liomys irroratus*), Mezquital, c) Rata canguro de Phillipsi (*Dipodomys phillipsii*), Súchil, d) Ratón cuatroalvo (*Peromyscus maniculatus*), Canatlán, e) Rata algodonera (*Sigmodon fulviventer*), Canatlán. **Fotos** *Elizabeth Aragón.*

A1



A2

B1



B2

C1

C2

D

Figura 6. Lagomorfos. a) Liebre torda (*Lepus callotis*), Súchil, b) Liebre (*Lepus californicus*), Mapimí, c) Conejo (*Silvilagus floridanus*), Mapimí, d) Conejo (*Silvilagus auduboni*), Mapimí.
Foto. *Elizabeth Aragón (a, d), Alfredo Garza (b, c).*

la biodiversidad, por lo que es necesario crear una conciencia ambiental sobre el cuidado de la fauna silvestre, mediante la educación ambiental, ecoturismo regulado y vigilancia.

OPORTUNIDADES O ACCIONES DE CONSERVACIÓN

Las instancias gubernamentales promueven crear una conciencia ambiental y un uso y manejo regulado de algunas especies de mastofauna, en lugar de acciones prohibitivas que no han funcionado en el pasado. Este es el caso de las UMA, que regulan aprovechamientos cinegéticos sustentables de varias especies de mamíferos (venado cola blanca, venado bura, jabalí de collar, jabalí europeo, puma, gato montés, coyotes y liebres), mediante apoyos a proyectos que integran las temáticas de educación ambiental, ecoturismo controlado y vigilancia, como son la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto Nacional de Desarrollo Social (INDESOL), entre otras. Sin embargo, estos esfuerzos son insuficientes y requieren de una continuidad de acciones, principalmente en las zonas rurales y marginales de alta diversidad biológica, como algunas zonas de la Sierra Madre Occidental que funcionan como corredores biológicos para algunas especies y las zonas de las Quebradas y hábitats de especies que requieren conservarse y que aún no están consideradas como zonas de protección.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los estudios realizados sobre los mamíferos en Durango muestran que es una de las entidades de mayor riqueza en el país, que responde a la gran variedad de ecosistemas y a la alta heterogeneidad ambiental por encontrarse en una zona transicional. Las características físicas de la entidad y su historia evolutiva han determinado la distribución de las especies, por lo que es posible encontrar especies relictas, en riesgo y endémicas, principalmente en la Sierra Madre Occidental, y es prioritario realizar acciones de conservación y protección de las especies y sus hábitats.

Aun cuando se reporta una gran riqueza específica para Durango, se espera incrementar los registros en los lugares no explorados (Sierra Madre Occidental, Mesa Central y Sierra Madre Oriental). También es necesario tener un mayor conocimiento biológico y ecológico de las especies en riesgo y las endémicas, así como evaluar el impacto de las actividades antropogénicas en sus hábitats y la problemática social. Es prioritario que el conocimiento generado sobre los mamíferos de Durango sea difundido y sirva de sustento para la toma de decisiones de las instituciones u organismos gubernamentales municipales, estatales y federales, con la finalidad de que se tome en cuenta para la elaboración y desarrollo de programas y de proyectos que incorporen la mastofauna y los recursos relacionados.

Cuadro 2. Especies de mamíferos que requieren conservarse o protegerse

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	WYR 2005	UICN	CITES
Didelphimorphia	Didelphidae	*Tlacuatzin canescens*	Tlacuachin	A			
Soricomorpha	Soricidae	*Notiosorex crawfordi*	Musaraña desértica norteña	A			
		Sorex emarginatus	Musaraña coluda de Zacatecas		E		
		Sorex oreopolus	Musaraña coluda mexicana		E	NT	
		Sorex monticolus	Musaraña obscura	A			
Chiroptera	Molossidae	*Cynomops mexicanus*	Murciélago cara de perro	Pr			
		Tadarida brasiliensis	Murciélago guanero mexicano			NT	
	Natalidae	*Natalus lanatus*	Natalus		E		
	Phyllostomidae	*Artibeus hirsutus*	Murciélago frugívoro peludo		E		
		Choeronycteris mexicana	Murciélago trompudo	A		NT	
		Leptonycteris nivalis	Murciélago hocicudo mayor	A		EN	
		Leptonycteris yerbabuenae	Murciélago hocicudo de curazao	A		VU	
		Corynorhinus mexicanus	Murciélago orejón		E		
	Vespertilionidae	*Euderma maculatum*	Murciélago pinto	Pr			
		Myotis carteri	Miotis negro	Pr, End	E		
		Rhogeessa parvula	Murciélago amarillo menor		E		
Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Tigrillo, ocelote	P			I
		Leopardus wiedii	Margay	P		NT	I
		Lynx rufus	Lince, gato montés				II
		Puma yagouaroundi	Jaguarundi	A			I
	Canidae	*Vulpes macrotis*	Zorrita norteña	A			
	Mustelidae	*Lontra longicaudis*	Nutria, perro de agua	A		DD	I
		Taxidae taxus	Tejón o tlalcoyote	A			
	Procyonidae	*Nasua narica*	Solitario, coatí				III
	Ursidae	*Ursus americanus*	Oso negro	P			II
Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Jabalí de collar				II

Cuadro 2. Continuación

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	WyR 2005	UICN	CITES
Rodentia	Sciuridae	*Callospermophilus madrensis*	Ardilla de sierra madre, chalote	Pr, End	E	NT	
		Sciurus aberti	Ardilla de Albert	Pr, End	E		
		Sciurus alleni	Ardilla de Allen		E		
		Sciurus colliaei	Ardilla de Collie		E		
		Tamias bulleri	Chichimoco de buller		E	VU	
		Tamias dorsalis	Chichimoco de barranca		E		
		Tamias durangae	Chichimoco de Durango		E		
	Heteromyidae	*Chaetodipus artus*	Ratón de abazones cabeza angosta		E		
		Chaetodipus goldmani	Ratón de abazones de Goldman		E	NT	
		Chaetodipus pernix	Ratón de abazones sinaloense		E		
		Dipodomys nelsoni	Rata canguro Nelson		E		
		Dipodomys phillipsii	Rata canguro de Phillipsi	Pr, End	E		
		Dipodomys spectabilis	Rata canguro cola de bandera			NT	
	Muridae	*Nelsonia neotomodon*	Rata cambalachera diminuta	Pr, End	E	NT	
		Neotoma goldmani	Rata cambalachera de Goldman		E		
		Peromyscus difficilis	Ratón de roca		E		
		Peromyscus melanophrys	Ratón de campo obscuro		E		
		Peromyscus schmidlyi	Ratón de campo		E		
		Peromyscus spicelegus	Ratón de Sierra Madre		E		
		Reithrodontomys zacatecae	Ratón cosechero de Sierra Madre		E		
		Sigmodon alleni	Rata algodonera de Allen		E		
		Sigmodon leucotis	Rata algodonera oreja blanca		E		
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre torda			NT	
Total	**16**	**49**		**20**	**28**	**13**	**8**

NOM-059: Pr: Protección especial; A: Amenazadas; P: En peligro de extinción; E: Extintas; End: Endémicas.
WyR 2005: E: Endémicas.
UICN: EX: Extinta; EW: Extinta en vida silvestre; CR: En peligro crítico, EN: En peligro; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazada; LC: Preocupación menor.
CITES: Se indican los Apéndices I a III, mayor a menor grado de amenaza y necesidad de protección.
Fuente: Wilson y Reeder 2005, SEMARNAT 2010, UICN 2014 y CITES 2015.

REFERENCIAS

Allen, J.A. 1903. List of mammals collected by Mr. J. H. Batty in New Mexico and Durango, with descriptions of new species and subspecies. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 19: 587-612.

—. 1904. Further notes on mammals from northwestern Durango. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 20: 205-210.

Álvarez, T. y F. De La Chica. 1974. Zoogeografía de los vertebrados de México. *Escenario Geográfico* 2: 219-302.

Álvarez, T. y O.J. Polaco. 1984. Estudio de los mamíferos capturados en la Michilía, sureste de Durango, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 28: 99-184.

Arita, H.T. 1998. Escalas y la diversidad de mamíferos de México. Instituto de Ecología, UNAM . Informe presentado a CONABIO. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. P075. México.

Aragón, E.E. y A. Garza. 1999. Actualización del inventario de los mamíferos silvestres de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Durango, México. *Acta Científica Potosina* 14: 7-25.

Aragón, E.E, A. Garza y F. Cervantes. 2009. Estructura y organización de las comunidades de roedores de un bosque de la Sierra Madre Occidental, Durango, México. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 523-542.

Aragón, E.E., A. Garza, L. Hernández *et al.* 2011. Estudio técnico especializado para el establecimiento de un área de conservación comunitaria con alta diversidad biológica en el N.C.P.E. San Francisco Javier, Vicente Guerrero, Durango. Informe Técnico. Centro de Ecología Regional, A.C./CONAFOR (Programa de Desarrollo Forestal Comunitario, Lineamientos Proárbol 2011), Durango.

Aragón, E.E., B. Castillo y A. Garza. 2002. Roedores en la dieta de dos aves rapaces nocturnas (*Bubo virginianus* y *Tyto alba*) en el noreste de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 86: 29-50.

Aragón, E.E, R. Muñiz-Martínez y A. Garza. 2012. Roedores del estado de Durango, México. *Estudios sobre la biología de Roedores Silvestres de México.* F. Cervantes y C. Ballesteros (eds.). Instituto de Biología, UNAM y UAM, Unidad Iztapalapa.

Baker, R.H. 1960. Mammals of the Guadiana Lava Field Durango, Mexico. *Publications of Museum, Michigan State University Biological Series* 1: 303-328.

Baker, R. 1974. Mammals of the Chihuahuan Desert Region-Future Prospects. *Transactions of the Symposium on the Biological Resources of the Chihuahuan Desert Region.* R.H. Wauer y D.H. Riskind (eds.). United States and Mexico National Park Services. Transactions and Proceedings. Serie 3: 221-225.

Baker, R.H. y J.K. Greer. 1962. Mammals of the Mexican State of Durango. Publications of the Museum Michigan State University. *Biological Series* 2: 25-154.

Baudoin, C., V.J. Sosa y V. Serrano. 2004. Records of *Spermophilus mexicanus* (*Rodentia sciuridae*) in the Bolsón de Mapimí (Durango, México) and comparison with Texan and Coahuilan forms of the *parvidens* subspecies. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 20: 233-235.

Bradley, R., D.S. Carroll, M. Haynie *et al.* 2004. A new species of *Peromyscus* from western Mexico. *Journal of Mammalogy* 85: 1184-1193.

Briones, M. 1988. *Análisis de la distribución geográfica de los mamíferos comprendidos en la zona noreste del Estado de Oaxaca.* Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Briones-Salas, M. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Mamíferos. En: *Biodiversidad de Oaxaca.* A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología, UNAM/Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/World Wildlife Fund, México, pp. 423-447.

Ceballos, G. y G. Oliva (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México.* CONABIO/UNAM/FCE, México.

Ceballos, G.G., J. Arroyo-Cabrales y E. Ponce. 2010. Effect of Pleistocene environmental changes on the distribution and community structure of the mammalian fauna of Mexico. *Quaternary Research* 73: 464-473.

Ceballos, G. J. Arroyo-Cabrales, R. Medellín e Y. Domínguez-Castellanos. 2005. Lista actualizada de los mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9: 21-71.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2015. Apéndices I, II y III. Secretaría de la cites. En: <*http://www.cites.org/esp/app/appendices.php*>, última consulta: 18 de junio de 2015.

CONANP. 2006. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera de Mapimí, Durango.

Crossin, R.S., O.H. Soule, R.G. Webb y R.H. Baker. 1973. Biotic relationships in the cañón del río Mezquital, Durango, México. *The Southwestern Naturalist* 18: 187-200.

Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro.* CONABIO/IBUNAM, Agrupación Sierra Madre, México.

Davis, B.L. y R.J. Baker 1974. Morphometric, evolution, and cytotaxonomy of mainland bats of the genus, *Macrotus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Systematic Zoology* 23: 26-39.

Drake, J.J. 1958. The Brush Mouse *Peromyscus boylii* in Southern Durango. Publications of the Museum Michigan State University, *Biological Series* 1: 97-132.

Fa, J.E. y L.M. Morales. 1991. Mammals and protected areas in the Trans-Mexican Volcanic Belt. En: *Latin American Mammalogy: History, Diversity and Conservation.* M.A. Mares y D.J. Schmidly (eds.). University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, pp. 199-226.

—. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. En: *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución.* T.P. Ramamoothy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). UNAM, Publicación Especial, pp. 199-226.

Ferrusquía-Villafranca, I. 1998. La Geología de México: Una sinopsis. En: *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución.* T.P.

Ramamoothy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). UNAM, Publicación Especial, pp. 1-107.

Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y Conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo.* Ediciones Técnico científicas S.A. de C.V. 2ª edición. CONABIO/UNAM, México.

Gallina, S., E. Maury y V. Serrano. 1978. Hábitos alimenticios del venado cola blanca en la Reserva La Michilía, estado de Durango. En: *Reservas de la Biosfera en el Estado de Durango.* G. Halffter (ed.). Instituto de Ecología, México, pp. 57-108

Gallina, S. 1981. Forest ecosystems in northwestern Mexico. En: *Deer biology, habitat requirements and management in western North America.* P. Folliott, y S. Gallina (ed.). Instituto de Ecología, A.C., México, pp. 26-56.

Gallina, S. y E. Ezcurra. 1992. Deer densities in La Michilia: a reply to Galindo. *The Southwestern Naturalist* 37(4): 422-424.

Gallina, S. y P. Folliott. 1983. Overstory-understory relationships: oak-pine forest of Sierra Madre Occidental, México. En: *Overstory-understory relationships in western forests.* E. Bartlett y D.R. Betters (ed.). Western Regional Research Publication 1. Fort Collins, Colorado, pp. 19-20.

García, A., J. Nocedal, E. Aragón *et al.* 2001a. *Estudio de Flora y Fauna, ejido San José de Ánimas, municipio de Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

—. 2001b. *Estudio de flora y fauna, ejido Laguna del Progreso, municipio de San Dimas, Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

—. 2001c. *Estudio de flora y fauna, comunidad La Esperanza, municipio de Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

—. 2001d. *Estudio de flora y fauna, ejido La Campana, municipio Pueblo Nuevo, Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

—. 2001e. *Estudio de flora y fauna, comunidad Chavarría Nuevo, municipio de Pueblo Nuevo, Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

—. 2001f. *Estudio de flora y fauna, ejido La Cueva y Anexos, municipio de Pueblo Nuevo, Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

—. 2001g. *Estudio de flora y fauna, comunidad Duraznitos y Picachos, municipio de San Dimas, Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

—. 2001h. *Estudio de flora y fauna, ejido San Pablo, municipio de San Dimas, Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

García-Mendoza, D.F. y C. López-González. 2013. A checklist of the mammals (Mammalia) from Durango, western Mexico. *Check List* 9(2): 313-322.

Garza, A., E.E. Aragón, J.A. Rodríguez y S. Gutiérrez. 2010a. *Inventario florístico y faunístico de la región de La Pitarrilla, Indé, Durango.* Centro de Ecología Regional, A.C./Silver Standard México S.A. de C.V.

Garza, A., E.E. Aragón, S.R. Gutiérrez y J.A. Rodríguez. 2010 b. Área de conservación comunitaria El Rillito, ejido La Florida, municipio San Dimas, Durango. Informe técnico. PROCYMAF II (Acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático). CONAFOR/SEMARNAT/ Centro de Ecología Regional, A.C. Durango.

Garza, A., E.E. Aragón, J. Álvarez *et al.* 2011a. Estrategias de protección para la tortuga del desierto (*Gopherus flavomarginatus*), mediante el establecimiento de un área de conservación comunitaria en el N.C.P.E. Vicente Guerrero, Mapimí, Durango. Informe técnico. Lineamientos 2011. CONAFOR/SEMARNAT/Centro de Ecología Regional, A.C. Durango.

Garza, A., E.E. Aragón, F. Ríos *et al.* 2011b. Delimitación y establecimiento de un área de conservación comunitaria para la protección de las aves trogoniformes en el N.C.P.E. Las Playas, Durango, Durango. Informe técnico. Lineamientos 2011. CONAFOR/SEMARNAT/ Centro de Ecología Regional, A.C. Durango.

Gómez-Ruiz, E.P., C. López-González y D.F. García-Mendoza. 2006. *Corynorhinus mexicanus* y *C. townsendii* (Chiroptera: Vespertilionidae) en la Sierra Madre Occidental. *Vertebrata Mexicana* 19: 7-12.

González-Romero, A., L. Hernández, J.W. Laundré *et al.* 2005. Monitoreo de dos comunidades de roedores en la reserva de la biosfera Mapimí, Durango, México. En: *Contribuciones Mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa.* V. Sánchez-Cordero y R.A. Medellín (ed.). IBUNAM/ Instituto de Ecología, A.C./UNAM/CONABIO, México, pp. 15-26.

González, S., M. González y M.A. Márquez. 2007. *Vegetación y ecorregiones de Durango.* Plaza y Valdés S.A. de C.V./IPN, México.

Grenot, C. y V. Serrano. 1981. Ecological organization of small mammals communities of Bolson de Mapimí, México. En: *Ecology of the Chihuahuan Desert.* R. Barbault y G. Halffter (eds.). Publicaciones Instituto de Ecología 8, pp. 89-100.

Hall, E.R. 1981. *The Mammals of North America.* 2a. Ed. John Wiley & Sons, Nueva York.

Halffter, G. 1978. El Mesoamericano un nuevo patrón de dispersión de la zona de transición mexicana. Descripción y análisis de un grupo ejemplo. *Folia Entomológica Mexicana* 39-40: 219-226.

Hernández, A. 1996. Los pequeños mamíferos como indicadores de diversidad ambiental en la Reserva de la Biosfera La Michilía, México. Technical report, Man and Biosphere Program, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Committee. México.

Hernández, L., A. González, J.W. Laundré *et al.* 2005. Changes in rodent community structure in the Chihuahuan Desert México: Comparisons between two habitats. *Journal of Arid Environments* 60: 239-257.

Hooper, E.T. 1954. A Sinopsis of the Cricetine Rodent Genus *Nelsonia. Occasional. Papers of the Museum of Zoology University of Michigan* 558: 1-12.

Hooper, E.T. 1955. Notes on mammals of western Mexico. *Occasional. Papers of the Museum of Zoology University of Michigan* 565: 1-26.

INECOL. Instituto de Ecología, A.C. 2003a. Plan de ordenamiento ecológico del municipio de Guanaceví, Durango. Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional Durango.

—. 2003b. Plan de ordenamiento ecológico del municipio de Guadalupe Victoria, Durango. Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional Durango.

—. 2004. Ordenamiento ecológico de la cuenca laguna de Santiaguillo. E. Rodríguez-Téllez (ed.). Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional Durango.

—. 2006a. Estudio de biodiversidad de la Quebrada de Santa Bárbara, ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango. Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional Durango.

—. 2006b. Estudio de biodiversidad de Málaga, municipio de Durango, Durango. Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional Durango.

—. 2007a. *Diversidad biológica del Salto del Agua Llovida: el turismo ecológico como alternativa de uso sustentable de los recursos naturales.* CONACYT/Gobierno del Estado de Durango/Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional Durango.

—. 2007b. *Diversificación de las actividades productivas mediante el aprovechamiento ecoturístico de los recursos naturales del Parque Ecológico El Tecuán, Durango, Durango.* Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional Durango.

Jones Jr., J.K. 1964. Additional records of mammals from Durango, Mexico. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 66: 750-753.

López-Wilchis, R. y J. López-Jardines. 1999. *Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá.* Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México. Vol. 2.

López-Vidal, J.C. y T. Álvarez. 1993. Biología de la rata montera *Neotoma mexicana*, en la Michilía, Durango, México. En: *Avances en el estudio de los mamíferos de México.* R.A. Medellín y G. Ceballos (eds.). Publicaciones Espaciales. Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, AC. México, pp. 185-195.

López-González, C. 2005. Use of abandoned mines by a community of temperate bats in Durango, Mexico. *Acta Chiropterologica* 7(2): 285-292.

López-González, C., J. Rascón y F.D. Hernández-Velázquez. 2010. Population structure of migratory Mexican free-tailed bats *Tadarida brasiliensis mexicana* (Chiroptera) in a Chihuahuan Desert roost. *Chiroptera Neotropical* 16(1): 557-566.

López-González, C. y L. Torres-Morales. 2004. Use of abandoned mines by two species of long eared bats, genus *Corynorhinus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Durango, Mexico. *Journal of Mammalogy* 85(5): 989-994.

Márquez-Linares, M.A. 2008. Fauna silvestre del Estado de Durango. En: *Ordenamiento ecológico del estado de Durango.* SEMARNAT, Gobierno del Estado de Durango, Durango.

Mittermeier, R.A. y G. Mittermeier. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En: *México ante los retos de la Biodiversidad.* J. Sarhukán y R.Dirzo (comp.). CONABIO, México, pp. 63-73.

Muñiz-Martínez, R. 1997. Relación roedor-vegetación en el sureste del estado de Durango, México. En: *Homenaje al Profesor Ticul Álvarez.* J.A. Cabrales y O.J. Polaco (eds.). Colección Científica, Instituto Nacional de Antropología e Historia, pp. 223-237.

—. 2002. Vertebrados terrestres de San Juan de Camarones, Durango. Informe final del Proyecto R008. CIIDIR-IPN, Unidad Durango.

Muñiz-Martínez, R. y J. Arroyo-Cabrales. 1996. El registro más norteño de la rata enana *Nelsonia neotomodon* (Rodentia: Muridae). *Vertebrata Mexicana* 2: 13-16.

Muñiz-Martínez, R., C. López-González, J. Arroyo-Cabrales y M. Ortiz-Gómez. 2003. Noteworthy records of free-tailed bats (Chiroptera: Molossidae) from Durango, Mexico. *Southwestern Naturalist* 48: 138-144.

Muñiz-Martínez, R. y O.J. Polaco. 1996. Nuevos registros de simpatría de dos especies del Género *Corynorhinus* (Chiroptera: Vespertilionidae) en México. *Vertebrata Mexicana* 1: 13-16.

Peppers, J., M. Hamilton, R. Muñiz-Martínez *et al.* 1997. Noteworthy Karyotypes of Rodents from Durango, Mexico. *Occasional Papers. Museum of Texas Tech University* (168): 1-6.

Petersen, M.K. 1976. Noteworthy Range Extensions of Some Mammals in Durango, Mexico. *Southwestern Naturalist* 21: 139-142.

—. 1978. Rodent Ecology and Natural History Observations on the Mammals of Atotoniclo de Campa, Durango, México. Carter Press, Inc./Iowa State University.

Portales, G.L., L. Hernández, F.A. Cervantes y J.W. Laundré. 2004. Reproduction of Black-tailed jackrabbits (Lagomorpha: *Lepus californicus*) in relation to environmental factors in the Chihuahuan Desert, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 49: 359-366.

Ramírez-Pulido y A. Castro-Campillo. 1990. *Bibliografía reciente de los mamíferos de México 1983/1988.* UAM-Unidad Iztapalapa, México.

Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y F.A. Cervantes. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. *Occasional Papers of The Museum, Texas Tech University* 158: 1-62.

Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 21: 21-82.

Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo y N. González. 2008. Mamíferos. En: *Catálogo taxonómico de especies de México, en capital natural de México,* vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad.* S. Ocegueda y J. Llorente-Bousquets (coords.). CONABIO, México, CD1.

Ramírez-Pulido, J., M.C. Britton, A. Perdomo y A. Castro. 1986. *Guía de los mamíferos de México.* UAM-Unidad Iztapalapa, México.

Ramírez-Pulido, J., R. López, C. Mudespacher e I. Lira. 1982. *Catálogo de los mamíferos terrestres de México.* Ed. Trillas/UAM, México.

Ramírez-Pulido, J., R. López-Wilchis, C. Mudespacher e I. Lira. 1983. *Lista y bibliografía reciente de los mamíferos de México.* UAM-Iztapalapa/Ed. Contraste. México.

Retana, O. y C. Lorenzo. 2002. Lista de los mamíferos terrestres de Chiapas: endemismos y estado de conservación. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 85: 25-49.

Rogovin, K., G.I. Shenbrot y A. Surov. 1992. Analysis of spatial organization of desert rodent community in the Bolson de Mapimi,

Mexico. En: *Vertebrate Ecology in Arid Zones of Mexico and Asia.* V. Sokolov, G. Halffter y A. Ortega (eds.). Instituto de Ecología, A.C./ Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California. Sur, A.C./ MAB-UNESCO, pp. 103-125.

Sánchez, C.P. 2005. *Estudio poblacional de pequeños mamíferos del río El Mezquital, Durango, México.* Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No.1/SEP-SEIT, Durango.

Sánchez-Cordero, V. 2001. Elevational gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, México. *Global Ecology and Biogeography* 10: 63-76.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Serrano, V. 1987. Las comunidades de roedores desertícolas del Bolsón de Mapimí. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 20: 1-22.

Servín, J. y C. Huxley. 1991a. La dieta del coyote en un bosque de encino-pino de la Sierra Madre Occidental de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 44: 1-26.

—. 1991b. Algunos aspectos de la conducta social del lobo mexicano (*Canis lupus baileyi)* en cautiverio. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 45: 1-43.

—. 1993. Biología del coyote (*Canis latrans*) en la reserva de la biosfera "La Michilía" Durango. En: *Avances en el estudio de los mamíferos de México.* R.A. Medellín y G. Ceballos (ed.). Publicaciones especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología A.C., México, pp. 197-204.

Servín, J., E. Chacón, N. Alonso-Pérez y C. Huxley. 1997. Los mamíferos del estado de Durango, México. Informe técnico final del proyecto P064. Instituto de Ecología A.C./CONABIO, México.

—. 2003. New records of mammals from Durango, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 48: 136-138.

Servín, J., V. Sánchez-Cordero y F.A. Cervantes. 1996. First record of the mantled ground squirrel *Spermophilus madrensis* (Rodentia; Sciuridae) in Durango, Mexico. *Southwestern Naturalist* 41: 189-190.

Sosa, V., A. Hernández, E.E. Aragón y J. Servín. 1998. *Inventario de mamíferos en las Reservas de la Biosfera Mapimí, Michilía, El Cielo y Calakmul.* Instituto de Ecología AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. P207, México.

Torres-Morales. L., D.F. García-Mendoza, C. López-González y R. Muñiz-Martínez. 2010. Bats of northwestern Durango, México: species richness at the interface of two biogeographic regions. *The Southwestern Naturalist* 55: 347-362.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2014. *The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2014.3.* En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 3 de febrero de 2014.

Villa, R.B y F. Cervantes. 2003. *Los mamíferos de México.* Instituto de Biología, UNAM/Grupo Editorial Iberoamérica, México.

Webb, R.G. y R. Baker. 1962. Terrestrial vertebrates of the Pueblo Nuevo area of Southwestern, Mexico. *The American Midland Naturalist* 68: 325-333.

Webster, W.D. y J.K. Jones Jr. 1982. A new subspecies of *Glossophaga commissarisi* (Chiroptera: Phyllostomidae) from western Mexico. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University* 76: 1-6.

Wilson, D.E. y D.M. Reeder (eds.). 2005. *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference.* 3rd edition. Johns Hopkins University Press.

Las ardillas
y sus necesidades de conservación

Elizabeth Esperanza Aragón Piña

DESCRIPCIÓN

Las ardillas son mamíferos roedores de la familia de los esciúridos, que se distinguen por su boca con dientes frontales muy desarrollados y salientes que nunca dejan de crecer. Hay de tallas pequeñas y grandes. Son animales de colores y tamaños variados, muy atractivos, graciosos, con gran belleza natural, muy rápidos y ágiles. Tienen hábitos diurnos y en su mayoría son gregarios, terrestres y arborícolas; aunque algunas especies construyen sus madrigueras en la tierra, pasan gran parte de su actividad en los árboles (chichimocos).

Las ardillas de desierto tienen ciclos diarios de actividad y llegan a presentar hibernación, que son periodos de letargo (invierno) en donde disminuyen su metabolismo al mínimo para reducir el gasto energético durante periodos adversos (Aragón *et al.* 1993). La hibernación depende de las condiciones climáticas, la disponibilidad de alimento y del tamaño corporal principalmente (Murie y Michener 1984, Baudoin *et al.* 1991). Hay especies sociales (principalmente las arborícolas como el género *Sciurus*) y otras que viven separadas (*Xerospermophilus spilosoma* e *Ictidomys mexicanus*, Millán-Peña 1998). Algunas especies de desierto presentan estrategias para hacer eficiente su reproducción, como la ardilla moteada (*Xerospermophilus spilosoma*, figura 1a) (Aragón y Baudoin 1990, Aragón 2005b).

INVESTIGACIONES SOBRE LAS ARDILLAS EN EL ESTADO

En la entidad existen estudios de inventarios (Baker y Greer 1962, Webb y Baker 1962, Álvarez y Polaco 1984, Serrano 1987, Servín *et al.* 1996, Aragón y Garza 1999, García *et al.* 2001a-h, Garza *et al.* 2010) sobre la biología, ecología y comportamiento de ciertas especies (Baker y Greer 1962, Grenot y Serrano 1981, Murie y Michener 1984, Aragón y Baudoin 1990, Aragón *et al.* 1993, Livoreil *et al.* 1993, Aragón 2001, Baudoin *et al.* 2004, Aragón 2005 a y b, Hernández *et al.* 2005, Aragón *et al.* 2009, Aragón *et al.* 2012) que han aportado información valiosa sobre estrategias reproductivas, comportamiento y patrones ecológicos, los cuales han fortalecido la teoría ecológica.

DIVERSIDAD

De las 35 especies de ardillas en México (Ceballos *et al.* 2002, Ceballos y Oliva 2005), en Durango existen 13 especies (cuadro 1 y apéndice 24), que representan 37.14% del total del país y corresponden a los siete géneros, que incluyen a las ardillas terrestres (*Ammospermohilus*, *Callospermophilus*, *Ictidomys*, *Otospermophilus* y *Xerospermophilus*) y las ardillas arborícolas (*Sciurus* y *Tamias*). La mayor diversidad de especies se encuentra en la SMOCC. Es importante mencionar que los últimos años se han realizado estudios genéticos que han cambiado el nombre científico de algunas especies, como son *Spermophilus spilosoma* por *Xerospermophilus spilosoma*, *S. mexicanus* por *Ictidomys mexicanus*, *S. madrensis* por *Callospermophilus madrensis*, *S. variegatus* por *Otospermophilus variegatus* y las *Neotamias* por *Tamias*.

DISTRIBUCIÓN

Las ardillas se encuentran en diferentes ecosistemas de Durango, desde las zonas subtropicales, los bosques templados, los chaparrales, hasta las zonas semidesérticas o áridas. La mayoría de las especies se distribuye en las partes altas de los bosques de la Sierra Madre Occidental (ocho especies) en gran diversidad de ambientes; *Sciurus aberti*, *S. alleni* y *S. colliaei* son exclusivas de la zonas de las Quebradas tropicales y subtropicales (García *et al.* 2001 a-h, Webb y Baker 1962); *Ammospermophilus interpres*, *Ictidomys mexicanus* y *Xerospermophilus spilosoma* habitan la zona del Semidesierto y los Valles (Aragón *et al.* 1993, Aragón y Garza 1999, Aragón 2005b) y muy pocas, como el caso de *Otospermophilus variegatus*, son de amplia distribución tolerando diferentes ambientes (Valdez y Ceballos

Aragón-Piña, E.E. 2017. Las ardillas y sus necesidades de conservación. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 492-498.

2005). La distribución restringida o aislamiento de algunas especies es resultado de algunos eventos ocurridos en la última glaciación (Pleistoceno, Ceballos *et al.* 2010), ya que durante los movimientos de las cordilleras quedaron aisladas y con una distribución de sus poblaciones relicta en Durango, como en *Callospermophilus madrensis, Sciurus nayaritensis* y *S. niger* (Aragón *et al.* 2012). De ahí que la SMOCC ha funcionado como barrera biogeográfica natural para restringir la distribución de *Sciurus aberti, S. nayaritensis, Callospermophilus madrensis* y *T. dorsalis* (figura 1b) hacia las partes altas de la sierra (Ceballos *et al.* 2002).

En cambio, la cuenca del valle del río Nazas, por su aridez, ha limitado los movimientos de las especies de norte a sur, como ocurre para las especies *Ammospermophilus interpres* e *Ictidomys mexicanus*, mientras que la cuenca del río El Mezquital (Presidio-San Pedro), por los cañones, ha aislado a las especies de las montañas del sur de Durango, este es el caso para la especie *Tamias bulleri* (figura 1c) (Aragón *et al.* 2012).

Algunas especies habitan en sitios muy particulares para cubrir sus requerimientos ecológicos (García *et al.* 2001a-h, INECOL 2003a, b, Aragón 2005a; b, INECOL 2006, Aragón *et al.* 2009). Este es el caso de la ardilla amarilla (*Sciurus niger*), especie principalmente asociada a los árboles de gran tamaño (*Pinus leiophylla* y encinares), la ardilla techalote (*Sciurus nayaritensis*), *Callospermophilus madrensis, S. aberti, S. alleni* y *S. colliaei*, pues habitan sólo en bosques con un cierto grado de humedad y temperatura o en árboles maduros de gran altura y con cobertura densa, mientras que el ardillón (*Otospermophilus variegatus*, figura 1d) está ampliamente distribuido y habita principalmente en zonas rocosas.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Las ardillas tienen un papel ecológico importante como dispersores de semillas y estructuradores de la vegetación, así como controladoras de insectos que podrían llegar a ser plagas. Son importantes dentro de las cadenas tróficas, pues sirven de alimento a algunas aves rapaces (águilas, aguilillas, halcones y gavilanes), así como a carnívoros menores (coyote, zorras, etc.) y a reptiles (serpientes y víboras de cascabel). Ciertas especies son indicadoras del estado de conservación del ecosistema por la estrecha relación que tienen con algunas asociaciones vegetales. También sirven de alimento para subsistencia en las zonas rurales, como el ardillón y el techalote (*Sciurus nayaritensis*, figura 1e). En algunos sitios llegan a ser perjudiciales para los cultivos como ocurre en el centro de México (Ceballos y Galindo 1984), aunque no se reporta significativamente en Durango y no está documentado.

Por otro lado, algunas especies son capturadas ilegalmente para su comercio en mercados o tianguis y luego son utilizadas como mascotas; este es el caso de los chichimocos (género *Tamias*). Otras están sujetas para aprovechamientos cinegéticos conforme a la Ley General de Vida Silvestre (SEMARNAT 2000), dentro de la categoría de pequeños mamíferos; sin embargo, no existen cuantificaciones para evaluar si esta caza es significativa para este grupo en el estado y es muy probable que se desconozcan las especies a conservar. En cuanto a la importancia cultural, algunas especies (principalmente el ardillón) son utilizadas para su consumo en ceremonia religiosas como ofrenda, como en el caso del "mitote" en comunidades indígenas tepehuanas del municipio El Mezquital (com. pers.).

SITUACIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

Este grupo es muy importante a nivel de conservación, ya que siete especies son endémicas de México; habitan en las zonas montañosas, en los bosques altos o en las zonas de las Quebradas (*Sciurus aberti, S. alleni, S. colliaei, Callospermophilus madrensis*) (figura 1f), (*Tamias bulleri, T. dorsalis* y *T. durangae*) (figura 1g), y dos requieren de protección especial: *S. aberti* y *Callospermophilus madrensis* (SEMARNAT 2010). Estas áreas son de importancia por su alto grado de endemismos, ocasionado por la topografía y los tipos de vegetación presentes que limitan la dispersión de muchas especies de fauna.

PRINCIPALES AMENAZAS

Las amenazas que ponen en peligro su conservación son principalmente la destrucción de sus hábitats, sobre todo a causa de la tala no controlada de los bosques, o a que no se contemplan medidas preventivas para la afectación a las especies de ardillas que requieren conservarse. La destrucción de los sitios de refugio o reproducción ha traído como consecuencia la reducción, e incluso desaparición de sus poblaciones y una distribución restringida a ciertas áreas.

Otras amenazas son la reducción de cobertura vegetal, la contaminación, los malos hábitos de matarlos sin sentido o cazarlos de manera furtiva, el comercio ilegal y el desconocimiento de su importancia como dispersoras de semillas.

Cuadro 1. Especies de ardillas, características y distribución en el estado

Nombre científico	Nombre común	Descripción	Hábitat
Ammospermophilus interpes	Juancito	El dorso es gris y los costados café canela, con una línea blanca delgada de cada lado del dorso (hombro a la cadera) y las orejas son cortas	Ardilla terrestre que habita en las zonas desérticas y semidesérticas, principalmente en áreas rocosas de cerros o lomas
Tamias bulleri	Chichimoco	El dorso es café grisáceo con cinco líneas oscuras con canelo alternadas con cuatro blancas. Cabeza con tres líneas café oscuras con canela alternadas con dos blancas	Habita en las partes más bajas de los bosques mixtos de pino-encino y encino de la Sierra Madre Occidental (SMOCC), al contrario de los otros chichimocos
Tamias dorsalis	Chichimoco	El dorso es gris con una banda negra central y un par de líneas café oscuras alternadas con una blanca en cada costado; el rostro tiene dos líneas blancas con tres oscuras a los lados de los ojos. Los costados son rojizos	Habita en las partes altas de la sierra (bosques de coníferas)
Tamias durangae	Chichimoco	Es distintivo el dorso gris con cinco líneas negras alternadas con cuatro blancas y canela pálido; los costados y hombros son canelos. Tiene tres líneas faciales con dos blancas	Habita en las zonas boscosas húmedas (pino-encino), en áreas intermedias de altitud de los otros chichimocos
Sciurus aberti	Ardilla orejas de borla o ardilla de Albert	El dorso es gris oscuro y la parte ventral blanca; la cola es gris, larga y exuberante. Se distingue por sus orejas largas que terminan en mechones de pelo y tiene un anillo blanco alrededor de los ojos	Ardilla arbórea que habita en los pinares de las partes altas de la SMOCC
Sciurus alleni	Ardilla Alleni	Es gris más oscuro en la parte media salpicado con café amarillento en los costados y rosto; cola y vientre claro a blanco. Tiene líneas blancas oculares y sus orejas son medianas	Ardilla arborícola que habita en bosques de pino, pino-encino, y encino con cobertura densa en la SMOCC
Sciurus colliaei	Ardilla de Collie	El dorso es gris y el vientre blanco, tiene cuerpo esbelto con cola muy larga y esponjada; el cuello, las orejas y el hocico es corto y las patas posteriores son más grandes que las anteriores	Ardilla grande que habita sólo en las zonas de las quebradas (bosques tropicales y subtropicales)
Sciurus nayaritensis	Techalote	Presenta dos variantes de coloración (subespecies): en las partes más altas es café salpicado con gris en el dorso, vientre y costados ocres, y en las partes bajas de la sierra el dorso es gris salpicados con blanco, de aspecto canoso	Ardilla arborícola grande que habita en los bosques mixtos (pino-encino) de la SMOCC

Cuadro 1. Continuación

Nombre científico	Nombre común	Descripción	Hábitat
Sciurus niger	Ardilla zorra	Ardilla arborícola de tamaño grande y cuerpo robusto. El dorso es gris salpicado con naranja y el vientre es canela rojizo incluyendo la cola, la cual es muy larga y esponjada. El rostro es corto y ancho, sus orejas son medianas	Habita los bosques de coníferas, prefiriendo árboles de gran altura
Callospermophilus madrensis	Motocle o ardilla de Sierra Madre	Habita en los bosques de coníferas. El dorso es gris con una línea lateral blanca alternada y con dos negras en cada costado y el vientre es blanco. El rostro es café	Ardilla arborícola pequeña que se restringe a las partes más altas de la sierra (Guanaceví, Durango, Servín *et al.* 1996)
Ictidomys mexicanus	Ardilla mexicana	Es de color café verdoso, con nueve líneas en el dorso y de cola esponjada	Es terrestre, habita en sitios con mayor diversidad vegetal en zonas semiáridas (municipios de Tlahualilo y Mapimí, Baudoin *et al.* 2004), donde cohabita con la ardilla moteada
Xerospermophilus spilosoma	Ardilla moteada	Es de color café canela a amarillento o gris con manchas cremas no alineadas en el dorso; el vientre es blanquecino, con cola corta y de punta oscura	Ardilla terrestre que habita en las zonas semiáridas
Otospermophilus variegatus	Ardillón	El color varía de café claro a negro con manchas blancas en el dorso; la cola es larga y esponjada. Tiene un anillo ocular blanco, con orejas reducidas	Habita generalmente en zonas abiertas y/o pedregosas

Fuente: elaboración propia.

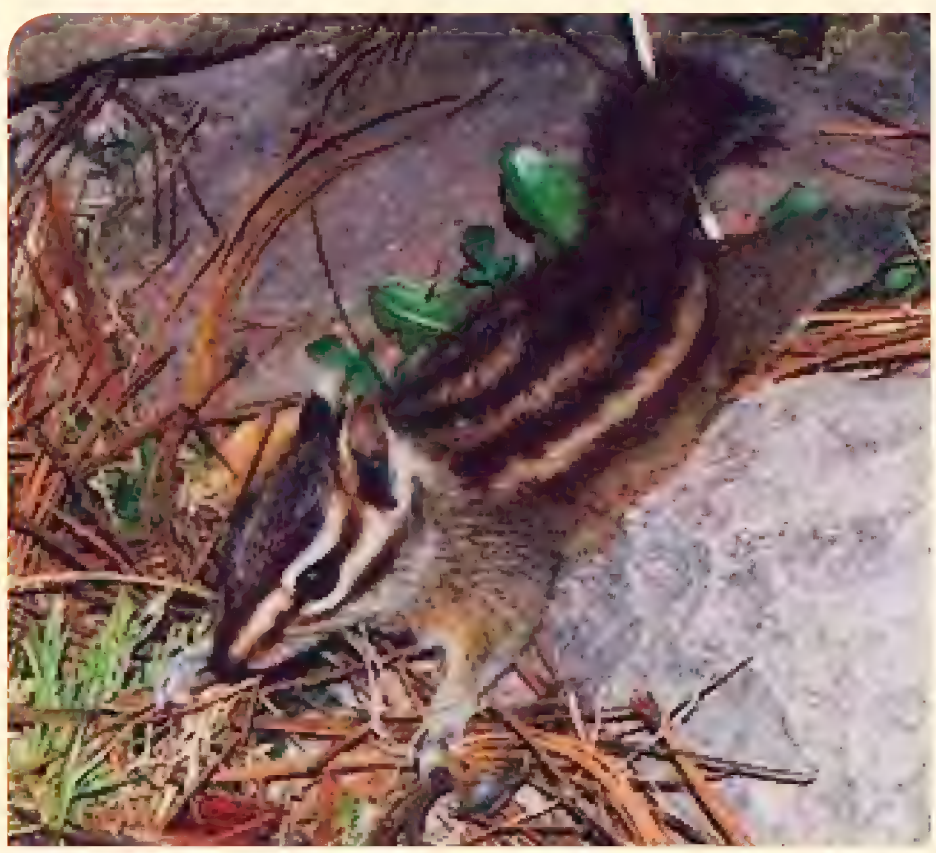
ACCIONES DE CONSERVACIÓN Y RECOMENDACIONES

En Durango se desconocen las acciones específicas de conservación para este grupo y sólo existen lineamientos para la formulación de proyectos que se sustentan en la conservación de las especies en la Ley General de Vida Silvestre (SEMARNAT 2000) para el desarrollo de proyectos de aprovechamientos productivos.

En particular, el sector forestal no tiene conocimiento de la importancia de conservar las especies de ardillas en riesgo, endémicas o relictas. Por otro lado, existe la creencia, por la comunidad forestal, de que las ardillas pueden afectar la producción del arbolado de los bosques de una manera significativa por sus hábitos de alimentación. Por ello es urgente difundir el conocimiento que se tiene sobre el papel ecológico de estos organismos y la afectación a estas especies de ardillas por las diferentes actividades antropogénicas y creencias en la entidad. Esto puede hacerse promoviendo capacitaciones y educación ambiental a la población en general, que involucren estas temáticas, sobre todo en sus hábitats, los cuales coinciden con sitios de importancia para la conservación de la biodiversidad de otras especies, como son las zonas altas de las Sierra Madre Occidental, con importantes coberturas del arbolado. En el caso de las localidades que presenten ardillas que requieren conservarse o protegerse y que ya tienen aprovechamientos autorizados con el esquema UMA, es importante incluir medidas de protección para resguardar las ardillas en cuestión. También es importante realizar un mayor número de inventarios biológicos para identificar localidades con presencia de las especies de ardillas a conservar, así como estudios biológicos y ecológicos detallados de estos animales.

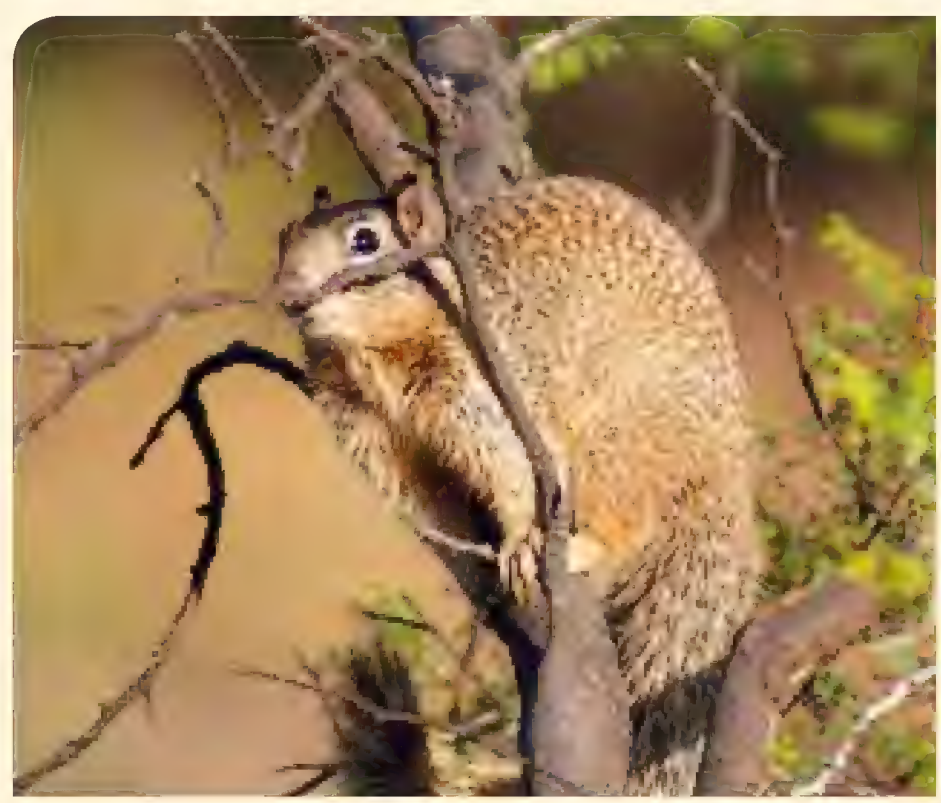
A

B



C

D1

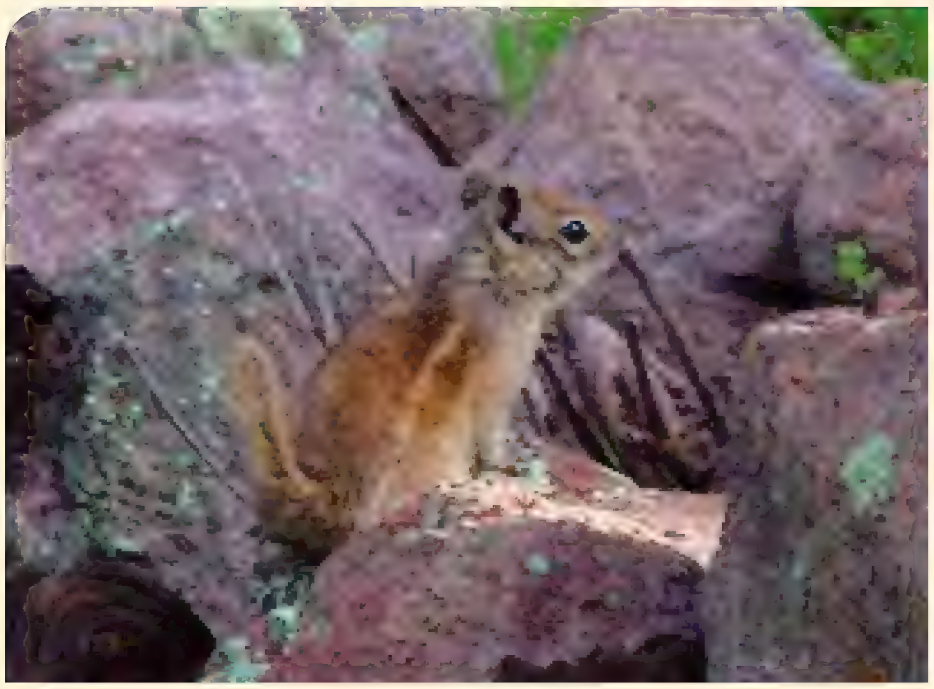


D2

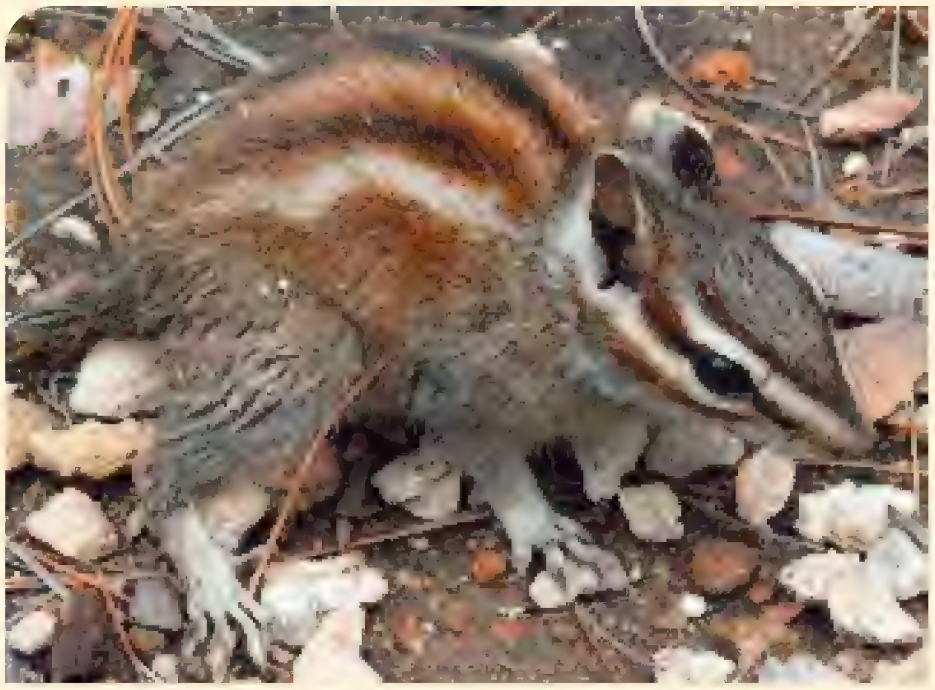
Figura 1. a) Ardilla terrestre moteada (*Xerospermophilus spilosoma*), b) Chichimoco (*Tamias dorsalis*), c) Chichimoco (*Tamias bulleri*), d) Ardillón (*Otospermophilus variegatus*), e) Techalote (*Sciurus nayaritensis*), f) *Callospermophilus madrensis*, g) Chichimoco (*Tamias durangae*).
Fotos: *Elizabeth Aragón (a, b, c, d, f, g), Francisco Ríos (e).*

E1

E2



F



G

REFERENCIAS

Álvarez, T. y O.J. Polaco. 1984. Estudio de los mamíferos capturados en la Michilía, Sureste de Durango, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 28: 99-184.

Aragón, E.E. 2001. Variación poblacional interanual de dos especies de ardillas terrestres del desierto Chihuahuense. *Memorias de la II Reunión Estatal de Ciencia y Tecnología*, 6: 6-18.

—. 2005a. *Sciurus nayaritensis*. En: *Los mamíferos silvestres de México*. G. Ceballos y G. Oliva (eds.). CONABIO/UNAM/FCE. México, pp. 553-554.

—. 2005b. *Spermophilus spilosoma*. En: *Los mamíferos silvestres de México*. G. Ceballos y G. Oliva (Eds.). CONABIO/UNAM/FCE. México, pp. 569-571.

Aragón, E.E. y A. Garza. 1999. Actualización del inventario de los mamíferos silvestres de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Durango, México. *Acta Científica Potosina* 14: 7-25.

Aragón, E.E., A. Garza y F. Cervantes. 2009. Estructura y organización de las comunidades de roedores de un bosque de la Sierra Madre Occidental, Durango, México. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 523-542.

Aragón, E.E. y C. Baudoin. 1990. Algunos aspectos reproductivos de dos especies de ardillas del género *Spermophilus* (Rodentia: Sciuridae) en una zona de simpatría del Desierto Chihuahuense. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 36: 1-25.

Aragón, E.E., N.A. Millán y C. Baudoin. 1993. Ciclos de actividad y organización espacial de las ardillas *Spermophilus spilosoma* y *S. mexicanus* (Rodentia: Sciuridae) en el Desierto Chihuahuense, Durango, México. En: *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. R.A. Medellín y G. Ceballos (eds.). Publicaciones especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, pp. 273-287.

Aragón, E.E, R. Muñiz y A. Garza. 2012. Roedores del estado de Durango, México. En: *Estudios sobre la biología de roedores silvestres de México*. F. Cervantes y C. Ballesteros (eds.). IBUNAM/UAM-Unidad Iztapalapa.

Baker, R.H. y J.K. Greer. 1962. Mammals of the Mexican State of Durango. *Publications of the Museum Michigan State University. Biological Series* 2: 25-154.

Baudoin, C., G. Arnaud, N. Millán, E.E. Aragón y A. Demouron. 1991. Etude expérimentale de l' adaptabilité de deux espèces de Spermophiles aux variations des conditions d' environmment pendant la pèriode hivernale. Consèquences possibles sur leur rèpartition dans de dèsert de Chihuahua (Durango, Mexico). En: *Le Rongeur et l' Espace.* M. Le Berre y L. Le Guelte (eds.). R. Chabaud, París.

Baudoin, C., G. Arnaud, N. Millán *et al.* 1991. Etude expérimentale de l' adaptabilité de deux espèces de Spermophiles aux variations des conditions d' environmment pendant la pèriode hivernale. Consèquences possibles sur leur rèpartition dans de dèsert de Chihuahua (Durango, Mexico). En: *Le Rongeur et l' Espace.* M. Le Berre y L. Le Guelte (eds.). R. Chabaud, París.

Baudoin, C., V. Sosa y V. Serrano. 2004. Records of *Spermophilus mexicanus* (Rodentia Sciuridae) in the Bolsón de Mapimí (Durango, México) and comparison with Texan and Coahuilan forms of the parvidens subspecies. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 20: 233-235.

Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. *Mamíferos silvestres de la cuenca de México.* Limusa/Instituto de Ecología. México.

Ceballos, G. y G. Oliva (coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México.* 2005. CONABIO/UNAM/FCE. México.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y E. Ponce. 2010. Effect of Pleistocene environmental changes on the distribution and community structure of the mammalian fauna of Mexico. *Quaternary Research* 73: 464-473.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y R.A. Medellín. 2002. The mammals of Mexico: composition, distribution, and conservation status. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University* 218: 1-27.

García, A., J. Nocedal, E.E. Aragón *et al.* 2001a. *Estudio de flora y fauna, ejido San José de Animas, municipio de Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

—. 2001b. *Estudio de flora y fauna, ejido Laguna del Progreso, municipio de San Dimas, Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

—. 2001c. *Estudio de flora y fauna, comunidad La Esperanza, municipio de Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

—. 2001d. *Estudio de flora y fauna, ejido La Campana, municipio Pueblo Nuevo, Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

—. 2001e. *Estudio de flora y fauna, comunidad Chavarría Nuevo, municipio de Pueblo Nuevo, Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

—. 2001f. *Estudio de flora y fauna, ejido La Cueva y Anexos, municipio de Pueblo Nuevo, Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

—. 2001g. *Estudio de flora y fauna, comunidad Duraznitos y Picachos, municipio de San Dimas, Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango- INECOL.

—. 2001h. *Estudio de flora y fauna, ejido San Pablo, municipio de San Dimas, Durango.* UCODEFO No. 6 de El Salto, Durango-INECOL.

Garza, A., E.E. Aragón, J.A. Rodríguez y S. Gutiérrez. 2010. *Inventario florístico y faunístico de la región de La Pitarrilla, Indé, Durango.* Centro de Ecología Regional, A.C./Silver Standard México S.A. de C.V.

Grenot, C. y V. Serrano. 1981. Ecological organization of small mammals communities of Bolson de Mapimí, México. En: *Ecology of the Chihuahuan Desert.* R. Barbault y G. Halffter (eds.). *Publicaciones Instituto de Ecología* 8:89-100.

Hernández, L., A. González, J.W. Laundré *et al.* 2005. Changes in rodent community structure in the Chihuahuan Desert México: Comparisons between two habitats. *Journal of Arid Environments* 60: 239-257.

INECOL. Instituto de Ecología, A.C. 2003a. Plan de ordenamiento ecológico del municipio de Guanaceví, Durango. INECOL, Centro Regional Durango.

—. 2003b. Plan de ordenamiento ecológico del municipio de Guadalupe Victoria, Durango. INECOL, Centro Regional Durango.

—. 2006. Estudio de biodiversidad de la quebrada de Santa Bárbara, ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango. Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional Durango.

Livoreil, B., P. Gouat y C. Baudoin. 1993. A comparative study of social behaviour of two sympatric ground squirrels (*Spermophilus spilosoma, S. mexicanus*). *Ethology* 93: 236-246.

Millán, N. 1998. Interacción social y dominancia entre dos especies de ardillas del desierto *Spermophilus spilosoma* y *Spermophilus mexicana* de una zona árida del norte de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 73: 75-87.

Murie, J.O. y G.r. Michener 1984. *The biology of ground dwelling squirrels.* Univ. Nebraska Press.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 26 de enero de 2015.

—. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Serrano, V. 1987. Las comunidades de roedores desertícolas del Bolsón de Mapimí. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 20: 1-22.

Servín, J., V. Sánchez y F. Cervantes. 1996. First record of the Sierra Madre Mantled Ground Squirrel *(Spermophilus madrensis*; Rodentia: Sciuridae) from Durango, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 41: 189-190.

Valdez, M. y G. Ceballos. 2005. *Spermophilus variegatus* (Erxleben, 1777). *Los mamíferos silvestres de México.* G. Ceballos y G. Oliva (eds.). CONABIO/UNAM/FCE. México, pp. 573-574.

Webb, R.G. y R. Baker. 1962. Terrestrial Vertebrates of the Pueblo Nuevo area of Southwestern, Mexico. *The American Midland Naturalist* 68: 325-333.

Usos tradicionales y convencionales

1 Uso de hongos, flora y fauna silvestre

2 El cultivo del hongo seta (*Pleurotus* spp.)

3 Importancia económica y usos tradicionales de la flora

4 Conocimiento, uso y manejo tradicional de los nopales (*Opuntia* spp.) en Santiago Bayacora

Resumen ejecutivo

Jessica Valero Padilla

Durango cuenta con una importante diversidad de hongos, plantas y animales silvestres los cuales son aprovechados por la población de diferentes formas. Con un buen manejo, algunas de estas especies podrían comercializarse en el mercado regional, nacional e incluso internacional; sin embargo, antes de pensar en la comercialización, es necesario evaluar la factibilidad del aprovechamiento por medio del estado de sus poblaciones y otras variables que permitan realizarlo de manera sostenible a través del tiempo. Lo anterior representa una oportunidad de investigación en etnobiología, reproducción, mejoramiento genético, conservación, factibilidad de la comercialización y otros temas.

En esta sección el lector encontrará ejemplos de algunas especies y sus respectivos usos, así como otras posibles alternativas de aprovechamiento que pudieran representar una oportunidad económica para la población, ligada a la conservación de la biodiversidad en la entidad.

HONGOS

Se conocen por lo menos ocho especies de hongos que son consumidos por la población a causa de su carne y buen sabor: hongo amarillo (*Amanita caesarea*), oreja de cochino (*Hypomyces lactifluorum*), arrocitos (*Ramaria flava*), pancita (*Boletus edulis*), níscalo (*Lactarius deliciosus*), cabeza de chango (*Hericium erinaceus*), barba de chivo (*Sparassis crispa*) y setas (*Pleurotus* sp.).

Para el caso del hongo seta (*Pleurotus* spp.) se han realizado en el estado por lo menos nueve investigaciones relacionadas con su cultivo. Entre dichos estudios se demostró la viabilidad técnica y financiera del establecimiento de módulos de producción en la localidad de El Salto, Pueblo Nuevo, con una producción de 500 kg/año; también se investigó la adopción y consumo por parte de la población menonita de Pueblo Ideal, así como la elaboración de productos por parte de un grupo de mujeres de comunidades ejidales de la sierra de El Salto, Pueblo Nuevo. Además del cultivo del hongo para consumo directo, es posible obtener otros productos como licor, crema cosmética, champú, mermelada y chorizo de hongo seta. Hasta el momento, se cuenta con ocho módulos de producción de setas, distribuidos en los municipios de Pueblo Nuevo (4), Durango (2), Tepehuanes (1) y Súchil (1) cuya producción estimada es de una tonelada, la cual se comercializa en fresco y en producto elaborado en cada una de las localidades.

FLORA

El estado cuenta con especies maderables, no maderables y forrajeras de importancia comercial. Se conocen 14 especies maderables, de las cuales los pinos *Pinus durangensis*, *P. arizonica*, *P. engelmannii* y *P. cooperi* son las más preciadas por la calidad de su madera. En cuanto a su excelente valor forrajero, destacan ocho especies de gramíneas: *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *B. hirsuta*, *B. dactyloides*, *B. reederorum*, *Digitaria californica*, *Setaria leucopila* y *Tripsacum dactyloides*, pero se cuenta con otras 81 especies nativas con valores buenos y regulares.

Para el caso de las especies no maderables, destacan el maguey cenizo (*Agave durangensis*), tepemete (*A. angustifolia*) y maguey cenizo de la sierra (*A. shrevei*) con los cuales se elabora el mezcal. Otras especies son el

Valero-Padilla, J. 2017. Resumen ejecutivo. Usos tradicionales y convencionales. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 501-502.

orégano (*Lippia graveolens*), sotol (*Dasylirion durangense, Dasylirion* sp.) y nopal verdura (*Opuntia* spp.); para este último se incluye un estudio de caso en la comunidad de Santiago Bayacora.

En los patios y solares de las casas es común que las mujeres mantengan pequeños huertos en donde se cultivan plantas para uso comestible y medicinal como la verdolaga (*Portulaca oleracea)*, nopal verdura, estafiate (*Artemisia mexicana*), yerbanís (*Tagetes lucida*) y otras. Entre las especies de autoabasto se conocen mil (22% de la flora reportada en el estado) las cuales se utilizan con fin medicinal (809), comestible (200), ornamental (300) y uso doméstico (más de 100 especies), utilizadas para construcción, elaboración de artesanías, combustible y otros objetos útiles.

FAUNA

El aprovechamiento de la herpetofauna es mínimo; algunas especies de cascabel (*Crotalus* spp.) y tortugas son utilizadas con fines medicinales y ocasionalmente para consumo. En cuanto a las aves de ornato, su captura y comercialización ocupa un lugar importante en la economía de muchas familias rurales, por esta situación, las autoridades han elaborado una guía de identificación que indica las especies cuyo aprovechamiento es permitido. En cuanto a las especies de aves que son utilizadas como alimento están la gallina de monte (*Dendrortyx macroura*) y la codorniz (*Cyrtonyx montezumae*), la cual ha sido reproducida exitosamente en cautiverio. Las especies de mamíferos que destacan por su importancia cinegética por el aprovechamiento de carne y piel son el conejo castellano (*Sylvilagus foridanus*), el conejo de monte (*S. cunicularius*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Es importante mencionar que en el caso de los hongos y plantas, el conocimiento empírico y aprovechamiento de las especies nativas por parte de la población indígena y mestiza está cayendo en desuso, por lo que es prioritario documentar estos conocimientos tradicionales para conservarlos y recuperar las buenas prácticas en la medida de lo posible.

Por otro lado, en el caso de la fauna silvestre, se tienen actividades que están muy arraigadas y amenazan a estas especies, como la cacería de subsistencia, la captura ilegal de aves de ornato y la matanza de algunos reptiles a causa de mitos. En estos casos, es necesario asesorar técnicamente a la población para que puedan realizar un aprovechamiento diversificado y sustentable de sus recursos naturales y evitar con ello la pérdida de la biodiversidad en la entidad.

Uso de hongos, flora y fauna silvestre

Luis Manuel Valenzuela Núñez • Edwin Amir Briceño Contreras

INTRODUCCIÓN

Los habitantes de las zonas rurales utilizan un gran número de especies silvestres de flora y fauna para satisfacer sus necesidades materiales y culturales, mediante la obtención de alimento, medicinas, herramientas, abrigo, combustible, fibras (usos directos), materiales para ofrendas religiosas, fiestas tradicionales, etc.

Los recursos derivados de la vida silvestre constituyen un aporte económico sustancial y pueden ser vitales para la sobrevivencia de muchas comunidades rurales, (UICN *et al.* 1991). Además, las especies silvestres forman parte esencial de la identidad cultural de una región y representan múltiples valores ecológicos, culturales, científicos, recreativos, educativos y estéticos (Pérez-Gil *et al.* 1996).

APROVECHAMIENTO DE HONGOS SILVESTRES

Existen alrededor de 200 especies de hongos comestibles en el país (Guzmán 1977) que cumplen funciones importantes para el desarrollo de la economía en las comunidades rurales (Díaz-Barriga 1992). La recolección de hongos es una práctica muy antigua y común en la Sierra Madre Occidental (Reygadas *et al.* 1995), donde el conocimiento empírico de las propiedades de los hongos silvestres es parte de la cultura de los pobladores rurales y representa la base de su aprovechamiento (cuadro 1). Una parte de la cosecha de hongos silvestres se utiliza para consumo local, pero también se comercializan principalmente en los mercados de diversas poblaciones de la zona serrana. Regularmente se consumen frescos o preparados de diversas maneras, pero cuando hay una buena cosecha se pueden conservar para su posterior consumo. Una forma común de conservación es el secado, que consiste en ensartar los hongos en un hilo y dejarlos secar al aire.

APROVECHAMIENTO DE PLANTAS SILVESTRES

México y los países de América Central han sido fuente originaria de muchas de las plantas cultivadas que se consumen en el mundo como el tomate (*Lycopersicum esculentum*), la calabaza (*Cucurbita* spp.), el chile (*Capsicum annuum*), el frijol (*Phaseolus vulgaris*), el maíz (*Zea mays*), el aguacate (*Persea americana*), la guanábana (*Annona muricata*) y la chirimoya (*Annona cherimola*). Dada la permanencia de los sistemas tradicionales en las poblaciones rurales de Durango, aún en la actualidad se aprovechan diversas plantas silvestres como alimento y varias especies de magueyes (*Agave* spp.), nopales (*Opuntia* spp.) y herbáceas anuales se preparan y consumen en diversas formas. En los patios y solares de las casas es común que las señoras mantengan pequeños huertos en donde se cultivan plantas para diferentes usos (cuadro 2).

El conocimiento y uso de las propiedades medicinales de las plantas es muy extenso en el medio rural. Este comprende la identificación de las especies, partes utilizadas, época de cosecha, preparación y dosificación (Martínez 1944). Muchas de las plantas medicinales son utilizadas localmente, pero también se comercializan y envían a los abundantes expendios herbolarios de los centros urbanos, como son el caso del árnica (*Arnica montana*), el yerbaníz (*Tagetes lucida*), el tatalencho (*Gymnosperma glutinosum*), el orégano (*Lippia graveolens*), el estafiate (*Artemisia mexicana*), etc.

El aprovechamiento de las propiedades medicinales de las plantas es de gran relevancia para la población rural, y puede llegar a ser vital en comunidades apartadas donde no existe la atención médica o no es suficiente para cubrir las necesidades de los pobladores. Es aquí donde el conocimiento tradicional de la medicina es de vital importancia y con costos accesibles para los campesinos.

Valenzuela-Núñez, L.M. y E.A. Briceño-Contreras. 2017. Uso de hongos, flora y fauna silvestre. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 503-507.

Cuadro 1. Principales especies de hongos consumidas

Nombre científico	Nombre común	Descripción y periodo de colecta
Amanita caesarea	Hongo amarillo	La carne es blanca con sabor y olor agradable. Aparece a partir del mes de julio hasta mediados de septiembre
Hypomyces lactifluorum	Orejas de cochino	Es de color anaranjado o rojo-anaranjado. Aparece desde el mes de julio hasta octubre
Ramaria flava	Fideos, arrocitos, patitas de pájaro	La carne es blanca, con olor a moho y de buen sabor. Aparece desde mediados del mes de agosto hasta octubre
Boletus edulis	Maqueta, pancita	La carne es blanquecina. Aparece desde fines de julio hasta agosto
Pleurotus sp.	Setas	Carne blanca, carnosa-correosa, con olor y sabor agradables
Lactarius deliciosus	Níscalo, robellón	
Hericium erinaceus	Cabeza de chango	
Sparassis crispa	Barba de chivo	

Fuente: Delgadillo-Cisneros *et al.* 2005, Naranjo-Jiménez *et al.* 2011.

Cuadro 2. Principales especies de plantas silvestres consumidas

Nombre científico	Nombre común	Usos
Portulaca oleracea	Verdolaga	Comestible
Opuntia spp.	Nopal	Comestible
Prosopis spp.	Mezquite	Comestible, medicinal
Artemisia mexicana	Estafiate	Medicinal
Cucurbita foetidissima	Calabacilla loca	Lavado de ropa y repelente
Jaltomata procumbens	Jaltomate	Comestible
Solanum cardiophyllum	Papita güera	Comestible
Tagetes lucida	Yerbanís	Medicinal

Fuente: Gómez 2008, Martínez-Saldaña y Sales-Colin 2014.

Un número considerable de especies como mimbre (*Chilopsis linensis*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), pino piñonero (*Pinus cembroides*), sotol (*Dasylirion* spp.), pitayo (*Stenocereus griseus*) y muchos magueyes (*Agave* spp.) son utilizadas como decoración en casas, escuelas y jardines (especies de ornato); sin embargo, es común que algunas de ellas tengan varios usos que incluyen los medicinales y los alimenticios.

El principal combustible en las zonas rurales es la leña. Numerosas especies son utilizadas, entre las que destacan el mezquite (*Prosopis* spp.), el huizache (*Acacia* spp.), el pino (*Pinus* spp.), el oyamel (*Abies* spp.), el encino (*Quercus* spp.) y el aile (*Alnus* spp.). Ocasionalmente se cortan árboles de mezquite y encino secos para utilizarlos como leña o en la fabricación de carbón vegetal, pero lo más común es que se usen los restos de los árboles que habían sido cortados para la obtención de madera para construcción.

Existe una intensa explotación forestal, mucha de tipo clandestino y sin programas de aprovechamiento. La madera es un componente fundamental en las construcciones rurales y puede observarse desde una viga para el techo, hasta una casa hecha totalmente de madera. Por otra parte, la comercialización de madera para construcción es una práctica muy antigua y representa un importante complemento para la economía de muchas familias. Hasta la década de los ochenta, el oyamel (*Abies* spp.) era la especie más utilizada por su madera suave. En los últimos años la construcción de nuevos caminos y el uso generalizado de motosierras han permitido el aprovechamiento de otras especies arbóreas. Esto ha motivado una mayor presión para las zonas boscosas ocasionando con ello afectaciones a la biodiversidad que se han traducido en amenaza para las plantas útiles.

APROVECHAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE

La ganadería es una actividad económica de gran relevancia en las zonas rurales del estado siendo los ganados ovino y vacuno los más importantes, además de los equinos y ganado de traspatio (gallinas, guajolotes, palomas y ocasionalmente conejos). Durante la época de estío se recurre al suministro de forraje para la alimentación del ganado. En algunas parcelas se han sembrado pastizales, pero lo más común es que los animales se alimenten de las plantas silvestres. Las praderas son fundamentales para los borregos, mientras que las vacas consumen importantes cantidades de gramíneas amacolladas silvestres de los géneros *Festuca* y *Mulhenbergia*.

La actividad ganadera se encuentra ligada a la provocación de incendios para promover el crecimiento de pasto nuevo o retoño (pelillo). Ésta ha tenido un fuerte impacto en la estructura de las comunidades vegetales, y en las poblaciones de fauna silvestre (Lira-Torres y Briones-Salas 2011), donde algunas especies de gramíneas amacolladas se han visto favorecidas, mientras que los renuevos de especies arbóreas y arbustivas han sido perjudicados.

La fauna silvestre ha jugado un importante papel en la cultura del ser humano, a la vez que representa una fuente de importantes recursos económicos, alimentarios y medicinales. Existe una gran riqueza de mitos e historias sobre la fauna, que forman parte de las tradiciones y la cultura de los habitantes del campo (Leopold 1965). Además, es común que los pobladores rurales de Durango posean un extenso conocimiento sobre la biología de muchos animales, aunque se puede observar un sesgo hacia las especies de interés cinegético (CONAFOR y SEMARNAT 2009; cuadro 3).

En Durango, la herpetofauna está representada principalmente por serpientes y su aprovechamiento es mínimo. Las diferentes especies de serpientes de cascabel (*Crotalus* spp.) se utilizan con fines medicinales, y ocasionalmente para consumo. Existe una lagartija (*Barisia imbricata*) conocida localmente como escorpión, sobre la cual existe la falsa creencia de que es venenosa y esta situación ha motivado la creación de historias alarmantes, así como la matanza innecesaria de estos organismos.

El mantenimiento de aves de ornato es una costumbre muy arraigada en la población y son muchas las especies utilizadas para este fin. Su captura y comercialización ocupa un lugar relevante en la economía de muchas familias de campesinos. Esta situación ha llevado a las autoridades a su reglamentación y a la edición de una guía para identificar las especies permitidas (SARH 1982). Pocas especies son utilizadas como alimento, sólo la gallina de monte (*Dendrortyx macroura*) y la codorniz (*Cyrtonyx montezumae*) se cazan para este propósito. Esta última ha sido exitosamente reproducida en cautiverio.

El gusto por la caza de mamíferos está muy arraigado en la población, por lo que la mastofauna se encuentra bajo una fuerte presión. Los mamíferos silvestres representan una importante fuente de alimento para la población rural, pero también de esparcimiento y

Cuadro 3. Principales especies de fauna silvestres utilizadas

Nombre científico	Nombre común	Usos
Crotalus spp.	Víbora de cascabel	Control de diabetes, tumores malignos (cáncer), cólicos, elaboración de antídotos, erupciones y granos en la piel, acné
Diferentes géneros y especies	Tortugas	Tratamiento de dolores en articulaciones, alimento, mascotas
Mimus polyglottos	Cenzontle	Canora y de ornato
Passer domesticus	Gorrión	Canora y de ornato
Cardinalis cardinalis	Cardenal	Canora y de ornato
Mephitis mephitis	Zorrillo	Tratamiento de bronquitis y reumatismo
Canis latrans	Coyote	Dolores musculares, alimento
Odocoileus virginianus	Venado	Alimento, tratamiento de enfermedades cardiovasculares
Rattus rattus	Rata de campo	Alimento, tratamiento de anemia
Sus scrofa	Jabalí	Alimento
Lepus europaeus	Liebre	Alimento
Sylvilagus cunicularius	Conejo	Alimento

Fuente: Salas-Westphal *et al.* 2014.

remedios tradicionales. Tres especies destacan por su importancia cinegética: el conejo castellano (*Sylvilagus foridanus*), el conejo de monte (*S. cunicularius*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Los conejos se cazan todo el año y en cualquier oportunidad que se presente; ocasionalmente se aprovecha su piel, pero la obtención de carne es el objetivo principal. Por su abundancia y amplia distribución, los conejos son especies importantes en la economía de los pobladores rurales. El venado cola blanca es la especie cinegética por excelencia (Leopold 1965) y se le caza durante todo el año, sin discriminar sexo o edad. El método de caza más común es el conocido como de «arreada», que consiste en acorralar a los animales con ayuda de perros, por lo que los animales tienen pocas posibilidades de escapar.

No es de extrañar, entonces, que el venado sea un animal muy raro en las regiones semidesérticas de Durango, excepto en pocos sitios inaccesibles o que cuentan con protección.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Respecto al uso de las diversas especies que se consideran aquí, se pueden distinguir tres líneas de problemas a enfrentar si se desean implementar estrategias de desarrollo y conservación de estos recursos naturales.

1. La insuficiencia de recursos económicos para la realización de estudios y la creación de infraestructura necesaria para implementar diferentes técnicas de producción alternativa como lo son las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA).
2. La generación de planes de manejo requiere cambios en los sistemas actuales de aprovechamiento, además de fomentar una forma diferente de conservación.
3. La calidad y enfoque de los estudios realizados en biodiversidad y manejo de recursos se dirigen principalmente a la elaboración de listas; falta profundizar en el estudio de las poblaciones silvestres, sus propiedades reales y potenciales, posibles estrategias para la propagación, además de estudios de mercado y problemática local, todo esto con el fin de tener una perspectiva real y mayores posibilidades de solucionar problemas urgentes.

Se sugiere realizar un diagnóstico sobre el estado actual de los recursos, identificando las especies de interés para su producción y de esta manera contar con

objetivos claros para proponer un programa de manejo y conservación regional. Actualmente ya existen programas de manejo de recursos muy exitosos a nivel comunitario que pueden servir como referencia y apoyo para la región (Bocco *et al.* 1998).

Los pobladores rurales de Durango cuentan con los conocimientos básicos sobre los usos alternativos acerca de sus recursos naturales. Es necesario, no obstante, brindar una asesoría y organización suficientes para realizar un aprovechamiento diversificado y sustentable de los mismos. En Durango se tiene un gran potencial para sostener poblaciones importantes de venado, conejo y guajolote silvestre, donde sólo se necesita una protección adecuada para aumentar su número y posteriormente un correcto programa de manejo para su aprovechamiento, en vez de cazarlos para consumo local y obtener un pequeño beneficio. Esto puede ser soportado con la creación de UMA atractivas para los cazadores de los grandes centros urbanos, como las ciudades de Durango, Torreón, Monterrey y Chihuahua.

Los modelos actuales de producción de alimentos han desdeñado las tecnologías autóctonas generadas en condiciones geográficas, ecológicas, agrarias y culturales. Con la ayuda de la ciencia y la tecnología es posible dar otra perspectiva a estos sistemas de alto potencial productivo en donde la agricultura, la horticultura, la piscicultura y la ganadería de tipo intensivo logran integrarse a partir de la experiencia y conocimiento ecológico de la cultura local.

Es urgente fomentar la investigación que lleve a entender la estructura y funcionamiento de los sistemas naturales, así como estudios que analicen desde una perspectiva unitaria el comportamiento de los sistemas de manejo de recursos existentes; esto permitirá evaluar qué tanto se acerca a la sustentabilidad ecológica contando así con elementos para generar alternativas de manejo adecuado (Maass 1995).

REFERENCIAS

Bocco, G., M. Mendoza, A. Velázquez y M.A. Torres. 1998. Forest cover change in Mexico. *Journal of Soil and Water Conservation* 52(2):164.

CONAFOR y SEMARNAT. Comisión Nacional Forestal y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. Manejo de la vida silvestre. Manual técnico para beneficiarios. Primera edición. Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico. Gerencia de Educación y Capacitación.

Delgadillo-Cisneros, R.V., J.N. Naranjo, C.J. Herrera y A.N. Almaraz. 2005. Contenido de proteína cruda, verdadera y digestible de seis especies de hongos y su comparación con maíz, frijol y arroz. Memorias del V Congreso del Noroeste en Ciencias Alimentarias y Biotecnología. Hermosillo, México.

Díaz-Barriga, H. 1992. *Hongos comestibles y venenosos de la cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Universitaria, Madero Oriente. México.

Gómez, F. 2008. Apuntes del curso de vegetación nativa de zonas áridas. Universidad Autónoma Chapingo. México.

Guzmán, G. 1977. *Identificación de los hongos comestibles, venenosos y alucinógenos*. Limusa. México.

Lira-Torres, I. y M. Briones-Salas. 2011. Impacto de la ganadería extensiva y cacería de subsistencia sobre la abundancia relativa de mamíferos en la Selva Zoque, Oaxaca, México. *Therya* 2 (3): 11-49.

Leopold, A.S. 1965. *Fauna silvestre de México, aves y mamíferos de caza.* Instituto Mexicano de Recursos Renovables Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México.

Maass, J.M. 1995. Tropical deciduous forest conversion to pasture and agriculture. En: *Seasonally dry tropical forests.* S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina (eds.) Cambridge University Press. Cambridge.

Martínez, M. 1944. *Plantas medicinales de México.* Tercera edición. Ed. Botas. México.

Martínez-Saldaña, T. y J. Sales-Colin. 2014. La riqueza etnobotánica del Camino Real. *Revista de Geografía Agrícola* (52-53):7-20

Naranjo-Jiménez, N., S. Andrade-Herrera, J. Herrera-Corral *et al.* 2001. Análisis proximal de seis especies de hongos silvestres comestibles en la región de El Salto, Pueblo Nuevo, Durango. Memoria del IX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería, Veracruz, México.

Pérez-Gil, S.R., F. Jaramillo, A.M. Muñiz y M.G. Torres. 1996. *Importancia económica de los vertebrados silvestres de México.* CONABIO. México.

UICN, PNUMA y WWF. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Fondo Mundial para la Naturaleza. 1991. *Cuidar la Tierra. Estrategia para el futuro de la vida.* UICN/WWF.

Reygadas, F., M. Zamora-Martínez y J. Cifuentes. 1995. Conocimiento sobre los hongos silvestres comestibles en las comunidades de Ajusco y Topilejo, *Revista Mexicana de Micología* 11: 85-108.

Salas-Westphal, A.I., S.L. Ramos-Robles, J.G. Castañeda-Gaytán *et al.* 2014. Uso tradicional y potencial de la fauna silvestre en el semidesierto de Durango. Memorias del XXXI Simposio sobre Fauna Silvestre. 15 al 17 de octubre de 2014, Ciudad Universitaria. México.

SARH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1982. Programa Nacional de Reforestación. México.

El cultivo del hongo seta (*Pleurotus* spp.)

Néstor Naranjo Jiménez • Raúl Díaz Moreno • Jesús Herrera Corral • José Natividad Uribe Soto • Margarita Araceli Ortega Chávez

INTRODUCCIÓN

Durango ocupa el cuarto lugar del país en extensión, y presenta una importante cobertura forestal. El aprovechamiento forestal ha sido la principal alternativa de desarrollo para los pobladores que dependen de sus áreas boscosas, por lo que hasta ahora se ha dado poca importancia al aprovechamiento sustentable de recursos forestales no maderables, tales como los hongos comestibles.

Debido a la gran variedad de climas, suelos y vegetación presentes en el estado, es de esperarse que exista una gran diversidad de hongos silvestres comestibles que pueden aprovecharse para su consumo, y algunos para el cultivo y comercialización en el mercado regional, nacional e internacional. Sin embargo, estas posibilidades han sido poco estudiadas en la entidad.

Los hongos silvestres comestibles son recolectados y consumidos principalmente por los lugareños indígenas, quienes conocen más de 14 especies; y los mestizos, que reconocen entre seis a ocho especies comestibles en los bosques de pino-encino de la Sierra Madre del estado. Su aparición es estacional correspondiente al periodo de lluvias; el resto del año no los hay, lo que crea en los consumidores de hongos un desencanto en su deseo de consumirlos.

Algunas especies de hongos silvestres comestibles existentes en los bosques pueden ser cultivados, primordialmente aquellos denominados "hongos de la pudrición café y blanca" (comúnmente llamados lignícolas, es decir aquellos que crecen en trocos de árboles dañados o secos). Las especies presentes en los bosques de Durango susceptibles de ser cultivadas son *Sparassis crispa, Hericium erinaceus* y *Pleurotus* spp., este último es el hongo del que mayormente se ha intentado su cultivo en el estado (figura 1).

Hoy en día el interés por el cultivo comercial de hongos comestibles está en casi todos los estados de México y lo mismo sucede en países de Centro y Sudamérica, porque han visto en este cultivo no solamente una opción de inversión sino también una excelente alternativa alimenticia por su valor nutricional (Martínez-Carrera 2002). A continuación se describen los diversos trabajos de investigación realizados sobre el cultivo de la seta (*Pleurotus* spp.) en la entidad.

INVESTIGACIONES SOBRE EL CULTIVO DE SETAS (*Pleurotus* spp.)

En 1990, Medrano y colaboradores realizaron los primeros trabajos del cultivo de setas para su producción masiva, logrado 10 kg de hongo fresco por 60 kg de paja seca (com. pers. del Dr. Hiram Medrano Roldán, 2013). En 1993, en el Programa de Biotecnología del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-DGO-IPN), se iniciaron los primeros trabajos sobre el cultivo de setas. Se eligieron estos hongos por la facilidad de su cultivo y la experiencia sobre el mismo, además de las propiedades organolépticas[1] para su inclusión en la dieta de los habitantes de las zonas forestales de Durango (Naranjo-Jiménez *et al.* 1995a).

Sáenz-Soto (1995) evaluó el uso de la corteza de pino mezclada con paja de pino y su efecto sobre el crecimiento del hongo *Pleurotus* sp. y su contenido de proteína. Los resultados obtenidos indican que el contenido de corteza no debe exceder 40% en su mezcla con paja de frijol para lograr buenas producciones con buen contenido de proteína. Aguirre-Villareal (2000) realizó el estudio para evaluar el efecto del tamaño de partícula de las mezclas de bagazo mezcalero con esquilmos de frijol para la producción del hongo seta (*Pleurotus* sp.) y su efecto en el contenido de proteína cruda y verdadera,

1 Son aquellas características que pueden percibirse de manera directa por los sentidos, sin utilizar aparatos o instrumentos de análisis.

Naranjo-Jiménez, N., R. Díaz-Moreno, J. Herrera C., J.N. Uribe-Soto y M.A. Ortega Chávez. 2017. El cultivo del hongo seta (*Pleurotus* spp.). En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 509-512.

Figura 1. Especies silvestres de *Pleurotus* sp. en El Salto, Pueblo Nuevo.
Foto: *Néstor Naranjo Jiménez.*

obteniéndose que el tamaño de partícula no influyó en el contenido de proteína (Naranjo-Jiménez *et al.* 1995b).

En otros trabajos relativos con el cultivo de *Pleurotus* sp., Romo-Nevares (2000) valoró medios de cultivo elaborados con extracto acuoso de paja de frijol, trigo, maíz, bagazo de agave mezcalero, aserrín de pino y su adición al medio malta agar levadura (MAL), los cuales se confrontaron contra un testigo de MAL. Obtuvieron que el medio con MAL adicionado con extracto de paja de maíz es superior al testigo, por lo que su uso ayuda a reducir los tiempos de crecimiento del micelio hacia el micelio activado, para la producción comercial del hongo.

Ramírez-Estrada (1999) colectó individuos silvestres de *Pleurotus* sp. y logró aislar más de 210 micelios homocarióticos (micelios con la mitad de información genética, resultantes de germinar las esporas sexuales) para su posible uso en la mejora genética de este hongo, y desarrollar cepas mas adaptables a la región de El Salto, Pueblo Nuevo, Durango.

Para darle continuidad al trabajo anterior se estudiaron seis cruzas de cepas de *Pleurotus* sp., las cuales se cultivaron en sustratos de paja de frijol; se determinó que la cepa A23M3 presentó la mayor eficiencia biológica o producción del hongo y el periodo de desarrollo más corto de 64.2 días, por lo que esta cepa es prometedora para el cultivo de setas en Durango (Ordaz 2000).

Villanueva-Ramírez (2003) analizó la factibilidad técnico financiera para el establecimiento de un módulo de producción del hongo *Pleurotus* spp. Los indicadores mostraron la viabilidad del establecimiento de este módulo como una alternativa productiva para Durango; dichos resultados han apoyado la factibilidad del cultivo de setas en El Salto, Pueblo Nuevo, con una producción de 500 kg/año.

Para contribuir y ampliar las expectativas en el consumo y cultivo de hongos comestibles, se trabajó en el desarrollo de tres métodos para la elaboración de licor de champiñón (ebullición, extracción y concentración de alcohol) y se realizaron pruebas organolépticas, donde se observó que 85% de los degustantes mostraron disposición para probar el licor de champiñón (figura 2a) y 81% indicaron que lo consumirían de existir en el mercado (Domínguez-Marrufo 2003, Naranjo-Jiménez *et al.* 2008).

Con el propósito de difundir el cultivo de hongos comestibles setas, Naranjo-Jiménez y colaboradores (2009b) incursionaron en la comunidad menonita de Nuevo Ideal, Durango, para informar sobre el cultivo y consumo de estos hongos logrando que este grupo étnico los

Figura 2. a) Licor de *Pleurotus* spp. b) Sensibilización para el consumo y cultivo del hongo seta en las colonias menonitas de Durango. c) Productos elaborados con el hongo seta, por parte de mujeres de la sierra de Durango.
Fotos: *Néstor Naranjo Jiménez.*

consumiera, así como el establecimiento de un micromódulo de cultivo de hongos (figura 2b).

Naranjo-Jiménez y colaboradores (2009a) realizaron el estudio para evaluar la apropiación del conocimiento sobre el cultivo de hongos comestibles (*Pleurotus* sp.) y su impacto económico en un grupo de mujeres en la sierra de Durango, a partir de un proyecto de autogestión y diversidad productiva para elaborar productos de mayor valor agregado, como licor de hongo, crema cosmética de extracto de hongo, champú, mermelada y chorizo de hongo, los cuales mejoraron (figura 2c). Se observó una mejora en los ingresos y en la producción del hongo, así como la apropiación del conocimiento sobre el cultivo por parte del grupo de mujeres, el cual las habilitó para transferir de su experiencia a otros grupos de mujeres de comunidades ejidales de la sierra de El Salto, Pueblo Nuevo, (Naranjo-Jiménez *et al.* 2010). En el estado se tienen ocho módulos de producción de setas, cuya producción estimada es de una tonelada, la cual es comercializada en fresco y en producto elaborado, en cada localidad y en la ciudad de Durango (cuadro 1).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El conocimiento y consumo de setas (*Pleurotus* spp.) se ha incrementado en el estado, tanto en fresco como en productos elaborados, lo cual ha incentivado el consumo y, como consecuencia, su cultivo.

Es importante continuar los estudios y colectas científicas para ampliar el conocimiento de la biodiversidad del recurso fúngico para su manejo sustentable en los bosques de Durango, así como conocer el papel que tienen los hongos en los ecosistemas forestales, como simbiontes mutualistas con especies arbóreas y recicladores de la materia orgánica.

Varias especies silvestres de *Pleurotus* pueden cultivarse. Existen algunas especies silvestres de este género que se deberán colectar e identificar y evaluar sus posibilidades de cultivo, reduciendo con ello la presión sobre el recurso fúngico y propiciando nuevas opciones productivas en los bosques, para las personas que viven y dependen de este recurso.

Es necesario realizar un manejo adecuado de este recurso y que estas especies sean consideradas en los planes de uso sustentable de los ecosistemas particulares para favorecer su conservación.

Finalmente, para incrementar la cultura micófaga en el estado, se deben realizar foros, talleres, reuniones y congresos que pongan de manifiesto la importancia de estos organismos en la vida del ser humano.

Cuadro 1. Principales módulos de producción de hongos seta (*Pleurotus* spp.)

Módulo	Municipio	Tecnología	Producción kg/año
El Salto	Pueblo Nuevo	Semitecnificado	Más de 500
Las Hongueras de San Antonio y Anexos	Pueblo Nuevo	Rústico	50 a 60
Ejido La Campana	Pueblo Nuevo	Semitecnificado	150
Ejido La Ciudad	Pueblo Nuevo	Rústico	40
Módulo Tepehuanes	Tepehuanes	Rústico	50
Hongueras de Súchil	Súchil	Semitecnificado	100
Hongueras Parque ladrillero	Durango	Semitecnificado	125
Módulo La Muralla, Ejido Presidente Salvador Allende. Es de reciente creación, abril del 2014	Durango	Semitecnificado	Producción estimada 150

Fuente: datos no publicados, Naranjo-Jiménez 2014.

REFERENCIAS

Aguirre-Villareal, I.C. 2000. *Efecto del sustrato agave mezcalero y paja de frijol en el contenido de proteína cruda y verdadera en cuerpos fructíferos de Pleurotus sp.* Tesis de licenciatura de QFB, Escuela de Ciencias Químicas, UJED.

Domínguez-Marrufo, D. 2003. *Elaboración de un licor de champiñón (Agaricus bisporus).* Tesis de licenciatura QFB, Escuela de Ciencias Químicas, UJED.

Martínez-Carrera, D. 2002. Current development of mushroom biotechnology in Latin-American. World Society for Mushroom Biology and Mushroom Products Symposium: Prospects of Mushroom Cultivation in Latin America for the XXI Century. *Micología Aplicada Internacional* 14(2): 61-74.

Naranjo-Jiménez N., J.A. Ávila-Reyes y M.E. Pérez-López. 1995a. Cultivo de hongos comestibles Parte I. UBAMARI *Revista Hispanoamericana de Ciencia y Tecnología* XII (34): 51-57.

Naranjo-Jiménez, N., F. González-González, J. Herrera-Corral *et al.* 2009a. Cultivo de setas: estudio etnoeconómico de la comunidad del ejido San Antonio y anexos, Durango. X Congreso Nacional de Micología, Guadalajara.

Naranjo-Jiménez, N., J. Herrera-Corral, J.A. Ávila-Reyes y N. Almaraz-Abarca. 1995b. Cultivo de hongos comestibles. Parte II. Crecimiento del hongo Pleurotus ostreatus en mezclas de paja de frijol con bagazo de agave mezcalero. UBAMARI *Revista Hispanoamericana de Ciencia y Tecnología* XII (36): 77-83.

Naranjo-Jiménez, N., J. Herrera-Corral, N. Almaraz-Abarca *et al.* 2008. Evaluación organoléptica de un licor de champiñón (*Agaricus bisporus*). VI Congreso Latinoamericano de Micología, Mar del Plata.

Naranjo-Jiménez, N., J. Herrera-Corral, N. Almaraz-Abarca y N. Uribe-Soto. 2009b. Cultivo de setas en la comunidad menonita de Nuevo Ideal, Durango, México. I Congreso Latinoamericano de Etnobiología y VII Congreso Mexicano de Etnobiología, Pachuca.

Naranjo-Jiménez, N., I.C. López González, V. Del Toro López y S. Velázquez Stewart. 2010. Apropiación del conocimiento del cultivo de hongos en un grupo de mujeres de la sierra. I Simposio Internacional Experiencial para el Desarrollo Psicosocial y Educativo de Durango, Durango, pp. 14-20.

Ordaz, V.L.G. 2000. *Fenología de micelios heterocarióticos de Pleurotus ostreatus en esquilmos agrícolas de frijol.* Tesis de licenciatura en Agroquímicos, Escuela de Ciencias Químicas, UJED.

Ramírez-Estrada, A.E. 1999. *Compatibilidad sexual de micelio homocariótico de cepas silvestres y comerciales de Pleurotus spp.* Tesis de licenciatura QFB, Escuela de Ciencias Químicas, UJED.

Romo-Nevares, J. 2000. *Velocidad de crecimiento del hongo Pleurotus ostreatus en medios de cultivo adicionados con extractos de diferentes esquilmos agrícolas.* Tesis de licenciatura QFB, Escuela de Ciencias Químicas, UJED.

Sáenz-Soto, L. 1995. *Crecimiento del hongo Pleurotus sp. sobre corteza de pino y su valoración del contenido de proteína.* Tesis de licenciatura QFB, Escuela de Ciencias Químicas UJED.

Villanueva-Ramírez, M. 2003. *Estudio de factibilidad financiera de una planta de cultivo de setas.* Tesis de licenciatura en Agronomía, Instituto Tecnológico Agropecuario Nº 33.

Importancia económica y usos tradicionales de la flora

Martha González Elizondo • M. Socorro González Elizondo • Irma Lorena López Enríquez • Yolanda Herrera Arrieta

INTRODUCCIÓN

Además de su valor ecológico y de los servicios ambientales que los humanos obtienen de los ecosistemas y de muchas especies en particular, algunos componentes de la biodiversidad juegan importantes papeles en la economía del ser humano.

Dos de las actividades de mayor importancia económica en Durango se sustentan en el aprovechamiento de las plantas silvestres: la industria forestal depende de las especies maderables y la ganadería de las forrajeras. Otras plantas silvestres constituyen productos forestales no maderables que son, o han sido en el pasado, objeto de comercialización a diferentes escalas. Adicionalmente, los resultados de diversos estudios revelan que alrededor de 1000 especies de plantas silvestres de Durango (22% del total registradas para la entidad) tienen potencial de uso directo con diversos fines (González-Elizondo y González-Elizondo 1990, López-Enríquez *et al.* 2000, González-Elizondo *et al.* 2004). La mayoría de éstas se usan de manera empírica solamente para autoabasto por parte de la población rural de su área de distribución natural, en Durango o en otras regiones.

Al igual que en muchas otras partes del país y del mundo, en Durango el aprovechamiento tradicional de estas plantas se realiza cada vez menos, lo que resulta en una pérdida de los saberes regionales acerca de las mismas. Este acervo de conocimientos constituye una importante parte de las culturas indígenas y populares del país, que merecen ser rescatados y documentados por su propia naturaleza; pero además porque, aunque en la actualidad muchas de estas plantas no sean aprovechadas, constituyen un enorme potencial para obtención de medicamentos, alimentos y materias primas diversas.

En este capítulo se presenta información general sobre el conocimiento actual de las especies vegetales de Durango que juegan un papel directo en la economía del estado (maderables, no maderables y forrajeras), así como aquellas que son usadas de forma empírica por la población rural e indígena, generalmente para autoabasto, como medicinales, comestibles, ornamentales, artesanales, entre otros usos. El principal grupo indígena que habita en el territorio estatal es el de los tepehuanes del sur, y aquí se comenta brevemente acerca de las plantas silvestres utilizadas por este grupo; asimismo, de manera muy breve se mencionan algunos aspectos de su agricultura tradicional.

PLANTAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA

Especies maderables

Durango es la entidad con mayor producción forestal en México. No obstante que la flora estatal incluye casi 30 especies de pinaceas, la industria forestal maderable se sustenta sobre unas cuantas especies de *Pinus*. Las más apreciadas por la calidad de su madera en el estado son: *Pinus durangensis*, *P. arizonica*, *P. engelmannii* (figura 1) y *P. cooperi*; otras especies aprovechadas comercialmente a menor escala son: *P. leiophylla*, *P. teocote* y *P. chihuahuana*. Cabe mencionar la presencia de otras especies cuya madera es de excelente calidad pero que no se utilizan comercialmente debido a que son escasas (p.e. *Pinus pseudostrobus*) y/o a que se distribuyen en sitios de difícil acceso o en zonas de protección (p.e. *Abies durangensis*, *Picea chihuahuana*, *Pseudotsuga menziesii*) (cuadro 1). En mucha menor escala se aprovechan con fines maderables algunas especies de encino como *Quercus sideroxyla*, *Q. durifolia* y *Q. eduardii*. Adicionalmente, la flora estatal contiene muchas otras especies maderables que solamente se usan para autoabasto; algunas de estas se mencionan en el apartado de usos tradicionales.

González-Elizondo, M., M.S. González-Elizondo, I.L. López-Enríquez e Y. Herrera-Arrieta. 2017. Importancia económica y usos tradicionales de la flora. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*. CONABIO. México, pp. 513-528.

Figura 1. Pino real (*Pinus engelmannii*), una de las especies de mayor valor forestal en la entidad.
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Cuadro 1. Principales especies maderables de importancia económica presentes en la entidad

Nombre científico	Nombre común	Madera	Conservación
Abies durangensis	Cahuite, pinabete, pino azul	Ligera	Se restringe a sitios húmedos y sombreados en cañadas y laderas; poblaciones pequeñas, requiere protección
Picea chihuahuana	Picea, pinabete, cahuite	Dura	Distribución restringida, poca regeneración, catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como en peligro de extinción (P)
Pinus arizonica	Pino blanco, pino alimonado	Muy buena, pocos nudos por su copa alta	Abundante, pero dado que es muy explotada es necesario considerar áreas de protección
P. chihuahuana	Pino chino, pino prieto	Resinosa, raramente utilizada por su fuste corto y ramificado	Abundante, sin problemas
P. cooperi var. *cooperi*	Ocote, pino amarillo, pino chino	Ligera, fuerte, de buena calidad pero frecuentemente nudosa por su copa baja	Abundante, sin problemas

Cuadro 1. Continuación

Nombre científico	Nombre común	Madera	Conservación
P. durangensis	Ocote, pino alazán, pino blanco, pino real, pino real de seis hojas	Ligera, suave, color amarillento, excelente calidad, la más apreciada en Durango	Abundante, actualmente sin problemas de conservación pero lo intensivo de su explotación podría poner en riesgo su persistencia
P. engelmannii	Pino real, pino barbudo	Suave, color amarillo pálido, de muy buena calidad	Abundante, actualmente sin problemas de conservación, pero podría tenerlos a futuro por lo intensivo de su explotación
P. herrerae	Ocote, pino chino	Color amarillento pálido, de buena calidad	Sin problemas de conservación
P. leiophylla	Pino chino, pino prieto, ocote	Densa, dura, pesada, resinosa, poco aprovechada	Abundante, sin problemas de conservación
P. maximinoi	Pino real	Suave y ligera pero resistente	Especie escasa pero ampliamente distribuida en condiciones semitropicales; con potencial para plantaciones forestales; sin problemas de conservación
P. pseudostrobus var. *pseudostrobus*	Pino blanco, ocote	Color amarillo pálido, medianamente suave pero resistente, ligeramente resinosa	Escasa, pocas poblaciones pequeñas
P. strobiformis	Cahuite, ocote, pinabete	Suave, color cremoso, frágil y algo vidriosa; no obstante se utiliza por su fuste alto, regular, poco ramificado	Escasa pero aparentemente sin problemas de conservación
P. teocote	Ocote, pino chino, pino colorado, pino prieto, pino rosillo, teocote	Fuerte, dura, muy resinosa, ampliamente explotada pero no muy apreciada	Abundante y con amplia distribución, sin problemas de conservación
Pseudotsuga menziesii var. *glauca*	Cahuite, pinabete	Color blanquizco, ligeramente amarillenta, más o menos resistente; especie muy apreciada por su fuste limpio y recto; explotación muy limitada	Se restringe a áreas de protección, en cañadas y orillas de arroyos, catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial (Pr)

Fuente: García-Arévalo y González-Elizondo 2003, SEMARNAT 2010.

Especies forrajeras

Muchas especies de gramíneas nativas son de importancia primordial para la ganadería en el estado. Por su excelente valor forrajero destacan ocho: *Bouteloua gracilis* (figura 2), *B. curtipendula*, *B. hirsuta*, *B. dactyloides*, *B. reederorum*, *Digitaria californica*, *Setaria leucopila* y *Tripsacum dactyloides*. En el apéndice 25 se relacionan otras 94 especies de gramíneas nativas de Durango con valor forrajero bueno (40), regular (41) y malo (13). Otras especies forrajeras de importancia económica son los nopales (*Opuntia* spp.), el chamizo (*Atriplex canescens*), así como otras hierbas y arbustos palatables y de buen valor forrajero que son consumidas por el ganado en libre pastoreo como la engordacabra (*Dalea bicolor*).

Recursos forestales no maderables

Además de las especies en las que se sustentan las actividades forestal y pecuaria, la flora de Durango incluye una considerable cantidad de especies vegetales de importancia económica que en conjunto se conocen como recursos forestales no maderables: en este rubro destacan las especies de *Agave* utilizadas en la elaboración de mezcal, principalmente el maguey cenizo (*A. durangensis*, figura 3), tepemete, chacaleño (*A. angustifolia*), y maguey cenizo de la sierra, *ji'ja* (*A. shrevei*); el orégano (*Lippia graveolens*, figura 4) y sotol (*Dasylirion durangense*, *Dasylirion* sp.). Entre algunas especies que en años pasados se utilizaban a escala comercial y cuyo aprovechamiento parece haber disminuido en la actualidad se cuentan la lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y la candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*). Algunas comunidades del sur de Durango extraen para comercialización a pequeña escala nopal verdura (*Opuntia* spp.).

Varias especies de plantas medicinales que crecen silvestres en territorio duranguense se extraen a escala comercial. Durante los últimos años parece haber aumentado la colecta y extracción de flor de peña o siempreviva (*Selaginella* spp.). En el mercado Gómez Palacio y en otros establecimientos comerciales de la ciudad de Durango se encuentran a la venta varias especies de plantas nativas de la entidad, como gobernadora (*Larrea*

Figura 2. Navajita azul (*Bouteloua gracilis*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

tridentata), matarique (*Psacalium sinuatum*), peyotillo (*Roldana sessilifolia*), gordolobo (*Gnaphalium* spp.), peonía (*Lasianthaea aurea*), té milagro (*Packera candidissima*), copalquín (*Hintonia latiflora*), cuachalalate (*Amphipteryngium adstringens*), entre otras (figura 5).

USOS TRADICIONALES

Cerca de mil especies de la flora vascular de Durango (aproximadamente 22% de la flora registrada hasta la fecha) se han utilizado para autoabasto con diversos fines. Aquí se clasifican en cuatro categorías de uso: medicinales, comestibles, ornamentales y usos domésticos; en esta última se cuentan aquellas especies utilizadas para la construcción, como materias primas para la elaboración de artesanías, herramientas y otros objetos útiles, como sustitutos de jabón, postes para cercas o cercas vivas, entre otros. En el apéndice 26 se presenta una relación de una parte representativa de las especies de uso tradicional actual o potencial en Durango. Algunas otras especies se mencionan en los capítulos de la sección sobre Diversidad de especies en esta obra.

Medicinales

La categoría de uso tradicional más importante en cuanto al número de especies es el de las plantas medicinales. Existe una extraordinaria cantidad de plantas de la flora de Durango a las que se les atribuyen propiedades curativas.

González-Elizondo *et al.* (2004), con base en estudios etnobotánicos de campo y una exhaustiva revisión de literatura, reportan 809 especies (17% de la flora conocida), aunque se estima que solo unas 250 se utilizan actualmente en menor o mayor grado en la entidad.

La medicina tradicional de los tepehuanes del sur, principal grupo étnico del estado, se basa primordialmente en aspectos mágico-religiosos en donde los chamanes curan a través de sueños y con la ayuda del bib o tabaco macuchi (*Nicotiana rustica*, figura 6) (González-Elizondo y Ávila-Reyes 2000, González-Elizondo 2000a y 2000b). Sin embargo, la herbolaria constituye otra parte de la medicina tradicional que en el caso de este grupo étnico comúnmente se practica sin la intervención de un chamán.

Figura 3. Maguey cenizo (*Agave durangensis*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 4. Orégano (*Lippia graveolens*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

A

B

C

D

Figura 5. Algunas plantas medicinales comercializadas en Durango: a) peonía (*Lasianthaea aurea*), b) té milagro o chucaca (*Packera candidissima*), c) copalquín (*Hintonia latiflora*), d) cuachalalate (*Amphipteryngium adstringens*).
Fotos: *Jorge Tena.*

Figura 6. Bib o tabaco macuchi (*Nicotiana rustica*).
Foto: *Martha González Elizondo.*

La herbolaria tepehuana documentada hasta la fecha incluye más de 70 especies (González-Elizondo y González-Elizondo 1994, González-Elizondo *et al.* 2002). Los padecimientos atendidos con mayor frecuencia mediante el uso de plantas medicinales son, en orden de importancia: gastrointestinales, respiratorios y dérmicos; otros usos frecuentes son los relacionados con dolores (musculares, de cabeza, de muelas), heridas, golpes y picaduras de animal. Algunos ejemplos de las plantas medicinales más ampliamente conocidas y utilizadas por la población indígena en Durango, además de las mencionadas en el apartado de productos forestales no maderables, son: hierba del manso (*Anemopsis californica*), yerbanís (*Tagetes lucida*), hierba del pastor (*Plantago nivea*), candelilla (*Euphorbia colorata*, figura 7a), encinilla (*Chimaphila maculata*), flor de San Juan (*Telosiphonia hypoleuca*), hierba del cochino (*Ligusticum porteri*), hierba del coyote (*Euphorbia furcillata*, figura 7b), y huachichile (*Loeselia mexicana*).

Entre las plantas medicinales de uso empírico en Durango se cuentan algunas para medicina veterinaria como jarilla, hierba de la cucaracha (*Dodonaea viscosa*, figura 8); chicharroncillo (*Croton* sp.), clavellino (*Pseudobombax palmeri*), higuera (*Ficus mexicana*) y tapaco (*Stemmadenia* aff. *tomentosa*, figura 9).

Comestibles

Una estimación preliminar de plantas silvestres de Durango registradas como comestibles en la literatura y en reportes de investigación inéditos incluye cerca de 200 especies (González-Elizondo y González-Elizondo 1990, López-Enríquez *et al.* 2000). La mayoría de estas se consume sólo de manera esporádica; de otras, hasta la fecha no se tienen registros de su aprovechamiento en la entidad. Entre las plantas silvestres comestibles se incluyen aquellas con las que se preparan cocimientos o infusiones de uso diario (comúnmente conocidos como tés) como salvilla o escobilla (*Buddleia scordioides*), con cuyas hojas y/o raíz se prepara un té muy apreciado como complemento alimenticio para lactantes. Otras plantas comestibles son aquellas de las que se pueden consumir, por orden de importancia: sus frutos, hojas, semillas, flores, tallos, raíces, y las que se utilizan como condimento.

Un análisis preliminar indica que alrededor de 45% de las plantas silvestres comestibles de Durango tienen frutos comestibles. Algunos son medianos a grandes y carnosos como los de varias especies de la familia Cactaceae (*Opuntia* spp., *Stenocereus* spp., *Hylocereus* sp., *Echinocereus* spp.) y los de otras plantas como talayote (*Matelea pedunculata*), toritos (*Proboscidea louisianica*,

A

B

Figura 7. Plantas medicinales utilizadas por la población indígena: a) candelilla (*Euphorbia colorata*), b) hierba del coyote (*Euphorbia furcillata*).
Fotos: *Jorge Tena.*

figura 10), arayan, guayabo silvestre (*Psidium* spp.), zarzamoras (*Rubus* spp.), tomatillos (*Physalis* spp.) y capulín (*Prunus serotina*, figura 11). Otros frutos son pequeños, se comen frescos, deshidratados o en conserva, como los agritos (*Rhus* spp.), manzanita, pingüica (*Arctostaphylos pungens*, figura 12), garambullo (*Condalia* spp.), uvas cimarronas (*Vitis* spp.) y granjeno (*Celtis pallida*). Los frutos tiernos y los retoños de huaje, guaje, guais, guaisillo (*Leucaena* spp.) son muy apreciados por la población indígena y mestiza de algunas comunidades del sur del estado. De esta última especie se consumen también los retoños o partes tiernas a manera de verduras.

La dieta de la población indígena del sur de Durango incluye varios platillos preparados con base en diversas partes de *Agave* spp. Los escapos florales tiernos (*sab*) se cuecen, posteriormente se muelen y se guisan; las flores tiernas (*juhlik*) también se comen una vez cocidas (con varios cambios de agua) y posteriormente se guisan los escapos grandes pero antes de madurar completamente; los tallos y bases de las pencas (cabezas) se comen asados. El *ximat* es una bebida que se prepara mediante el cocimiento prolongado de las cabezas de maguey agregando algunas hierbas conocidas con el nombre genérico de *j+'dam*, aludiendo a su sabor ligeramente ácido, como *Oxalis* spp. y *Begonia* spp. (González-Elizondo y Galván-Villanueva 1992). Algunas plantas de las que los tepehuanes del sur recolectan su raíz con fines alimenticios son: *mo´tak+x* (*Eriosema pulchellum*), cuarquina (*Macroptilium gibbosifolium*), *Allium* spp., *Valeriana deltoidea, bar mo'*, jícama (*Dahlia* spp.) y *kutan yooxi'* (*Sinclaria palmeri*) (González-Elizondo y González-Elizondo 1990).

Ornamentales

Según Rzedowski (1995), una gran cantidad de especies de plantas mexicanas se utilizan como ornamentales en otros países; sin embargo, el potencial ornamental de la flora del país es muy poco aprovechado al interior de sus fronteras, en donde existe una evidente preferencia por el uso de especies exóticas para uso ornamental. La flora con potencial ornamental de México se ha estimado entre 3434 y 4220 especies, lo que representa alrededor de 10% de la flora vascular del país (Pérez-Nicolás y Fernández-Nava 2007).

Figura 8. Jarilla, hierba de la cucaracha (*Dodonaea viscosa*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 9. Tapaco (*Stemmadenia* aff. *tomentosa*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 10. Toritos (*Proboscidea louisianica*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 11. Capulín (*Prunus serotina*).
Foto: *Martha González Elizondo.*

Figura 12. Manzanita, pingüica (*Arctostaphylos pungens*).
Foto: *M. Socorro González Elizondo.*

Los patrones en Durango parecen coincidir con dichas tendencias nacionales. Por ejemplo, en la ciudad de Durango, 70% de las especies leñosas presentes en las áreas verdes urbanas corresponden a especies introducidas (González-Elizondo 1999) y 30% son nativas de México; sin embargo, menos de 15% son nativas a la región y por lo tanto sin problemas de adaptación a las condiciones del medio natural (González-Elizondo 1998). Un inventario preliminar (González-Elizondo 1999) registra más de 300 especies silvestres de Durango con uso actual o potencial como ornamentales; de éstas, al menos 71 se utilizan en menor o mayor grado en los parques y jardines públicos del norte de México (apéndice 27). En la figura 13 se muestran algunos ejemplos de plantas silvestres ornamentales de uso actual y en la figura 14 de uso potencial. Mención aparte merecen las plantas suculentas (Agavaceae, Cactaceae, Crassulaceae), muy apreciadas en jardinería, especialmente en el extranjero, y que cada vez son más demandadas, sobre todo en áreas con poca disposición de agua.

Otras ornamentales silvestres de uso actual en el área con población indígena se destinan a adornar altares y se extraen de sus hábitats naturales. Destacan en este rubro la extracción de hojas de *kurui* (*Dasylirion*) para elaborar coronas (figura 15), las ramas de *ku krus juk* (*Pseudotsuga*), ramas y flores de *ok'yam*, madroños (*Arbutus*) y muchas otras plantas con flores vistosas.

Uso doméstico

Existen registros de más de un centenar de especies que se aprovechan a nivel doméstico para construcción (viviendas, graneros, corrales, cercas); elaboración de artesanías y otros objetos útiles (escobas, cepillos, mangos de herramientas, etc.), como combustible (leña, carbón), para obtener pegamento, tintes, etc. (González-Elizondo *et al.* 2012). Como materiales de construcción se usan las especies maderables de cada región. En los bosques templados se aprovechan en mayor o menor grado prácticamente todas las especies de pinos (*Pinus* spp.), la mayoría de los encinos (*Quercus* spp.), los ailes (*Alnus* spp.), los cedros (*Cupressus* spp.) y los táscates (*Juniperus* spp.). En los bosques tropicales la diversidad arbórea es muy amplia; entre las especies que se utilizan para la construcción están los tepeguajes (*Lysiloma* spp.), los tepemezquites y los huizaches (*Acacia* spp.), el guamúchil (*Pithecellobium dulce*), el frijolillo o palo mosca (*Lonchocarpus* spp.), la sangre de toro (*Pterocarpus hayesii*). Para construir los techos se usan gramíneas (*Setaria geniculata, Andropogon glomeratus*, entre otras), ramillas de pino (*Pinus* sp., figura 16) y hojas de palma (*Brahea* sp.).

A

B

C

D

Figura 13. Algunas plantas ornamentales de uso actual que crecen silvestres en Durango: a) glorias, trompeta amarilla (*Tecoma stans*), b) cuamecate (*Antigonon leptopus*), c) mimbre (*Chilopsis linearis*) y d) ramo de novia (*Plumeria rubra*).
Fotos: *Martha González Elizondo (a, b), Abraham Torres (c), Irma L. López (d).*

A

B

C

D

E

Figura 14. Algunas plantas ornamentales de uso potencial que crecen silvestres en Durango: a) pintillo (*Agave pintilla*), b) palma (*Brahea aculeata*), c) poleo (*Cunila* sp.), d) huachichile (*Loeselia mexicana*) y e) tascate (*Juniperus coahuilensis*).
Fotos: *M. Socorro González Elizondo.*

Figura 15. Corona rústica para adornar altares y fachadas de casas durante los días de fiestas religiosas en el área tepehuana del sur de Durango.
Foto: *Martha González Elizondo.*

Los escapos secos de maguey (*Agave* spp.) se utilizan como material de construcción de cercos para proteger hortalizas u otros cultivos. Algunas plantas usadas como cercos vivos (o postes vivos) son el papelillo (*Bursera multijuga*), el colorín (*Erythrina flabelliformis*, figura 17) y el ocotillo (*Fouquieria splendens*).

Como combustible (leña y carbón) se aprovechan muchas especies leñosas, pero se prefieren las de madera dura como los encinos (*Quercus* spp.), los huizaches (*Acacia* spp.) y los mezquites (*Prosopis* spp.). Para elaboración de artesanías, como bateas, cucharas y máscaras (figura 17), se usan especies maderables de colores atractivos como algunos encinos (*Quercus* spp.), madroños (*Arbutus* spp.), cedros (*Cupressus* spp.), aile (*Alnus* sp.), tapaco (*Stemmadenia palmeri*), amapa (*Tabebuia chrysantha*) y copal (*Bursera palmeri* y *Bursera* sp.). Un segundo grupo de plantas utilizadas para elaboración de artesanías son las textiles, de las que se obtiene fibra para elaboración de morrales (*arpus*) y redes (*asak*) (figura 18), así como sogas, cordones, suaderos y artículos similares; destacan en este rubro varias especies de lechuguilla, lachugui, *mai*, *o'r* (género *Agave*) y de palma, *sok* (género *Yucca*).

Otra categoría de uso artesanal es el de las plantas de las que se obtiene materia prima para la elaboración de cestería, sombreros y otros productos, entre las que se cuentan: soyate, *umu* (*Nolina* spp.), sotol, *kurui* (*Dasylirion*), carrizo, *baapak* (*Arundo donax*) otate, *totkom* (*Otatea* spp.) y otras gramíneas. De otras plantas se obtienen tintes (*Escobedia*, *Phytolacca icosandra*, *Alnus* sp.), de otras pegamentos (*Bletia* spp., *Lobelia cardinalis*). Un ejemplo de la diversidad de especies artesanales utilizadas por los tepehuanes del sur es el típico banco tepehuano, *atoxcar*, en cuya elaboración se utilizan por lo menos seis especies de plantas (figura 19).

Cultivos tradicionales de origen prehispánico entre los tepehuanes del sur

Entre las plantas con uso tradicional en Durango, cabe mencionar algunas que los tepehuanes del sur cultivan desde tiempos prehispánicos como algunas variedades nativas de maíz, frijol y calabaza. Otros cultivos tradicionales de importancia cultural para este grupo étnico son varias especies de maguey (*Agave* spp.), entre las que destaca el conocido como *ki'mai* (maguey de casti-

lla), probable variante de *A. angustifolia* de gran tamaño, de hojas glauco azulosas, que se cultiva en pequeñas cantidades y se encuentra aparentemente escapado en algunos sitios.

Los tepehuanes siguen cultivando, a muy pequeña escala y en áreas muy remotas, huahutle (*Amaranthus* sp.), algodón (*Gossypium* sp.) y tabaco macuche (*Nicotiana rustica*, figura 20). La rápida deculturación de este grupo étnico está provocando la pérdida de dichos cultivos, y consecuentemente, la pérdida también de los recursos genéticos que los mismos representan.

COMENTARIOS FINALES

Cabe hacer mención de que el aprovechamiento empírico de estas especies en la entidad parece estar perdiéndose, con lo que también se está perdiendo parte del acervo cultural en el estado.

Ya desde principios de 1990 se documentó que la población indígena poseía conocimientos más amplios y profundos acerca de las plantas silvestres que los que tenía la población mestiza del área rural de Durango, y que los conocimientos de la población mestiza parecía restringirse a las especies cultivadas en huertos familiares y las especies ruderales (González-Elizondo y González-Elizondo 1990); sin embargo, se ha detectado que aun entre la población indígena está cayendo en desuso el aprovechamiento de algunas plantas. Por ejemplo, el uso de la fibra de *Agave* para elaboración de artesanías se ha visto sustituido por la introducción de materiales sintéticos como el plástico con el que están hechos los costales para transportar frutas y verduras.

Es importante seguir documentando los conocimientos regionales que aún perduran entre la población. Para Durango, el inventario de las plantas con potencial medicinal y comestible parece estar más o menos completo; aunque falta profundizar en los conocimientos tradicionales sobre las mismas y conocer diversos aspectos de su biología, ecología y fitoquímica. En contraste, los inventarios de plantas ornamentales y plantas de uso doméstico, entre las que se cuentan las artesanales, distan mucho de ser completos.

Figura 16. Techo de casa tepehuana en Santa María de Ocotán, municipio Mezquital, construido con ramitas de pino real o *juk* (*Pinus devoniana*), otate, *totkom* (*Otatea* sp.), amarrado con cordones hechos con *sok* (*Yucca* sp.).
Foto: *Martha González Elizondo.*

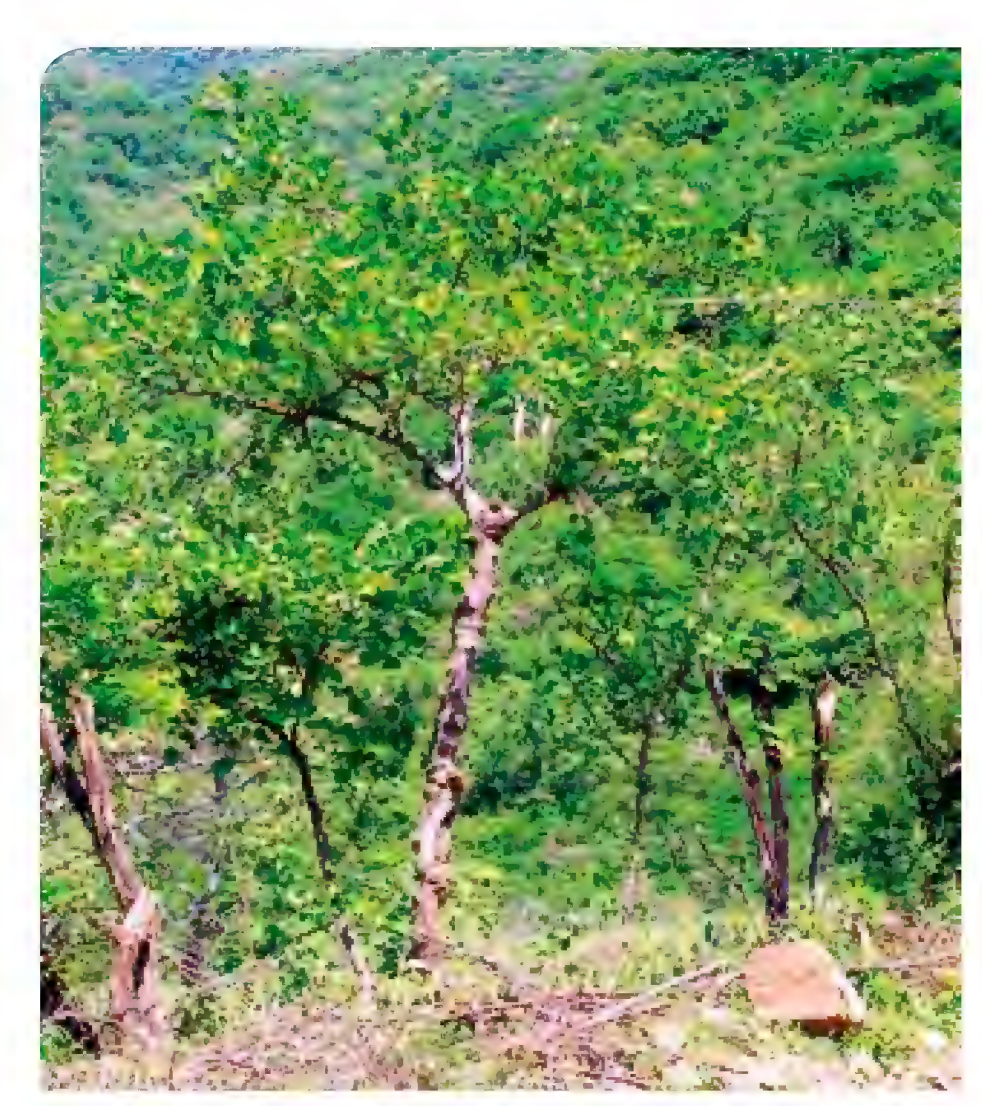


Figura 17. Poste vivo de colorín (*Erythrina flabelliformis*) en el municipio de Topia.
Foto: *Martha González Elizondo.*

A

B

Figura 18. a) Morral (*arpus*) y b) red (*asak*) tepehuanos elaborados tradicionalmente con fibra de *Agave* spp.
Fotos: *Martha González Elizondo.*

Figura 19. Banco tepehuano (*atoxcar*); en su elaboración se utilizan seis especies de plantas.
Foto: *Martha González Elizondo.*

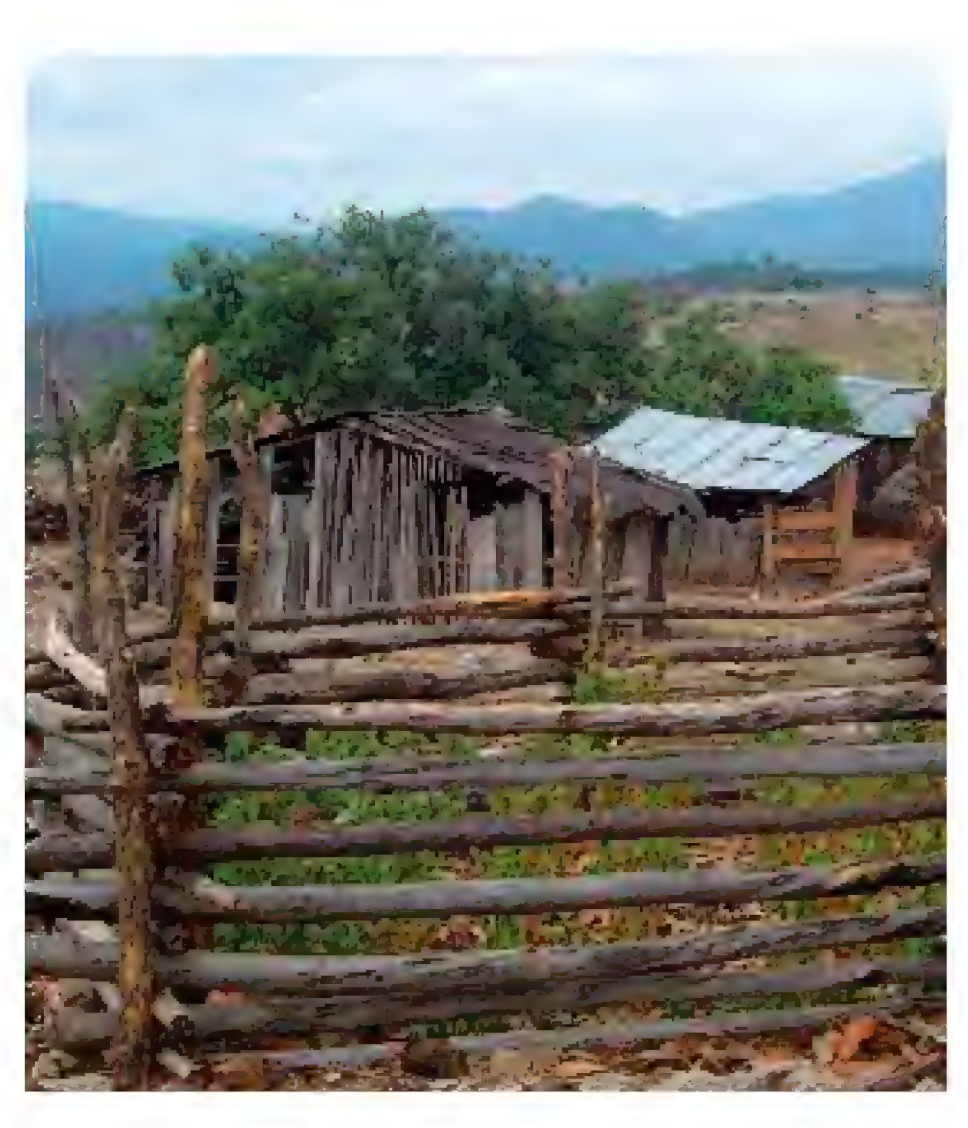


Figura 20. Tabaco macuche (*Nicotiana rustica*) cultivado por los tepehuanes del sur.
Foto: *Martha González Elizondo.*

REFERENCIAS

García-Arévalo, A. y M.S. González-Elizondo. 2003. *Pináceas de Durango.* CONAFOR/Instituto de Ecología, A.C. 2ª edición. México.

González Elizondo, M. 1998. Diversidad y origen geográfico de las plantas leñosas de la ciudad de Durango. Memorias de la IX Semana de la Investigación Científica. Marzo de 1998. Durango.

—. 1999. Selección de especies leñosas para forestería urbana en la ciudad de Durango. Informe técnico IPN (inédito).

—. 2000. *Nicotiana rustica* L. (Macuche). Un cultivo prehispánico entre los tepehuanes del sur. *Interciencia (CIIDIR)* Año III, vol. 1(1): 11-14.

—. 2000b. Tabaco de los dioses (*Nicotiana rustica* L.), antes y después de Colón. *Interciencia (CIIDIR)* Año III, vol. 1(1): 6-10.

González-Elizondo, M., I.L. López-Enríquez, M.S. González-Elizondo y J.A. Tena-Flores. 2004. *Plantas medicinales del estado de Durango y zonas aledañas.* IPN, México.

González-Elizondo, M. y J.A. Ávila-Reyes. 2000. Los tepehuanes. Dos grupos étnicos de la Sierra Madre Occidental. *Interciencia (CIIDIR),* Año III, vol. 1(2).

González-Elizondo, M. y M.S. González-Elizondo. 1990. Plantas útiles de Durango. Informe técnico final (Proyecto de investigación CIIDIR-IPN Unidad Durango/CONACYT) (inédito).

—. 1994. Flora medicinal tepehuana del sur de Durango. (*"Na tu'jix dhuadhi'gu gampix o'dam tir kam Koriankam"*). En: *Flora medicinal indígena de México* vol. I. Instituto Nacional Indigenista, México.

González-Elizondo, M., M.S. González, L. López y J. Tena. 2002. Herbolaria tepehuana. *Interciencia (CIIDIR)* 5(1): 1-13.

González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y L. López-Enríquez. 2012. Base de datos florísticos del Estado de Durango. MS Access-Herbario CIIDIR-IPN, Durango.

González-Elizondo, M. y R. Galván-Villanueva. 1992. El maguey (*Agave* spp.) y los tepehuanes de Durango. *Cactáceas y suculentas mexicanas.* 37: 3-11.

López-Enríquez, I.L., M.S. González-Elizondo, M. González-Elizondo y J.A. Tena-Flores. 2000. Sistematización de la Información sobre Plantas Silvestres de Importancia Económica en Durango. Informe técnico final CIIDIR-IPN Unidad Durango (inédito).

Pérez-Nicolás, M.L. y R. Fernández-Nava. 2007. Plantas del estado de Querétaro, México con potencial para uso ornamental. *Polibotánica* 24: 83-115.

Rzedowski, J. 1995. Aspectos de las plantas ornamentales mexicanas. *Revista Chapingo. Serie Horticultura. México* 1(3): 5-7.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Conocimiento, uso y manejo tradicional de los nopales (Opuntia spp.) en Santiago Bayacora

Inocencia Ávalos Huerta • Martha González Elizondo

INTRODUCCIÓN

Los nopales, nombre común con el que se conoce en México a las plantas pertenecientes al género *Opuntia* (Cactaceae), constituyen un grupo exitoso que ocupa ambientes diversos (Rebman y Pinkava 2001). Es el género de cactus más común y ampliamente distribuido (Anderson 2001). Para México se reconocen entre 83 y 93 especies (Guzmán *et al.* 2003 y Scheinvar *et al.* 2011, respectivamente), lo que representa alrededor de 50% del total del mundo (Scheinvar *et al.* 2011). Para Durango se conocen 30 especies, de las cuales nueve forman parte de las nopaleras de la región de los Valles y el pie de monte de la región de la Sierra en el centro y sur de la entidad, en donde constituyen el límite norte de este peculiar tipo de comunidad vegetal (González-Elizondo *et al.* 2012). El estudio de las nopaleras de México se ha concentrado en donde éstas ocupan mayores áreas (en los estados de Hidalgo, Estado de México, San Luis Potosí y Zacatecas), mientras que las nopaleras más norteñas (en Durango) son muy poco conocidas.

En este capítulo se presentan los resultados de un estudio etnobotánico descriptivo sobre los nopales en Santiago Bayacora, comunidad campesina del municipio de Durango ubicada aproximadamente a 17 km al sur de la capital del estado y cuyos habitantes han utilizado los nopales durante muchas generaciones, lo que ha propiciado, por un lado, conocimiento empírico acerca de dicho recurso, y por otro, la sobreexplotación del mismo (Ávalos-Huerta 2012). Se documentó información sobre la clasificación y nomenclatura vernácula, así como sobre los usos y las incipientes prácticas de manejo tradicional de los nopales en esta comunidad.

METODOLOGÍA

Mediante una prospección preliminar se definieron las cuatro localidades (de las 11 que componen la comunidad) en donde los campesinos aprovechan más los nopales: Río Escondido, San Miguel de las Maravillas de Abajo, San Miguel de las Maravillas de Arriba y Santiago Bayacora. Mediante la técnica bola de nieve (Goodman 1961) se seleccionaron un total de 25 informantes clave. El levantamiento de la información se realizó durante el año 2011 e implicó la realización de recorridos de campo y observación participativa durante la recolecta de nopalito (pencas tiernas) y tuna por parte de los campesinos, así como visitas a domicilio para entablar pláticas dirigidas con los informantes y documentar conocimientos empíricos adicionales sobre los nopales.

Para identificar las especies, se realizaron colectas de ejemplares botánicos en 10 nopaleras silvestres (paninos[1]). La identificación taxonómica se llevó a cabo en el herbario CIIDIR mediante el uso de claves taxonómicas diversas (Bravo-Hollins 1978, González-Durán *et al.* 2001, Reyes-Agüero *et al.* 2009).

CLASIFICACIÓN Y NOMENCLATURA VERNÁCULA

Según la clasificación científica, los nopales encontrados en Santiago Bayacora durante este trabajo corresponden a nueve especies de un género (*Opuntia*). En contraste, en la clasificación tradicional manejada por los informantes, los nopales se dividen en dos categorías generales: nopales finos y nopales del campo. Los primeros, de acuerdo a la definición local, son aquellos que "necesitan los cuidados y el calor de la gente para producir"; mientras que los nopales de campo, "aun sin cuidados producen".[2]

1 Nombre con el que los campesinos de Santiago Bayacora conocen a los sitios en donde la cobertura vegetal está constituida principalmente por nopales.

2 Comentario común por parte de los informantes; nótese el vocablo de "producción" en ambas conceptualizaciones, lo que indica que los nopales, a diferencia de muchas otras plantas silvestres, son aprovechadas ampliamente por los campesinos de esta comunidad.

Ávalos-Huerta, I. y M. González-Elizondo. 2016. Conocimiento, uso y manejo tradicional de los nopales (*Opuntia* spp.) en Santiago Bayacora. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 529-537.

Estas dos categorías pueden subdividirse, de acuerdo a los 20 nombres comunes que reciben, en seis grupos generales con un total de 14 variantes reconocidas (cuadro 1).

La nomenclatura vernácula de las plantas refleja una clasificación empírica que permite la comunicación entre las personas y evidencia el nivel de conocimiento que la población posee sobre ellas; la riqueza de nombres comunes y variantes de nopal reconocidas por los informantes en Santiago Bayacora, en contraste con la cantidad de especies delimitadas por la ciencia, son indicadoras de un amplio conocimiento empírico sobre este grupo de plantas en dicha comunidad.

USOS TRADICIONALES

Los nopales son plantas muy utilizadas en Santiago Bayacora. Las 14 variantes reconocidas por los campesinos son aprovechadas de alguna manera. Los usos tradicionales de los nopales en el área de estudio se pueden clasificar en seis categorías: alimento (autoconsumo y venta), medicina, forraje, cerco vivo, combustible y ornato (cuadro 2). Algunas especies, como *O. ficus-indica* (figura 1), se utilizan con diversos propósitos; otras, por el contrario, se usan con propósitos muy particulares, como los tapones (*O. robusta* y *O. phaeacantha*), que se aprovechan solamente con fines medicinales y para consumo de los frutos.

Para los campesinos de Santiago Bayacora el uso más importante y diversificado del nopal es como alimento. Para autoconsumo y venta en el mercado local se aprovechan las pencas tiernas (nopalitos), las maduras (corazón) y los frutos (tunas). Las variantes más apreciadas para autoconsumo y venta de verdura son las del grupo de los duraznillos (*O. leucotricha* y/o *O. durangensis*, figuras 2 y 3). Cabe mencionar que *O. leucotricha* forma parte de un grupo que la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) denominó "nopal verdura", precisamente por la importante utilización de sus cladodios (pencas) en México (De la Cruz Campa 1994).

Para autoconsumo y venta de fruta destacan las variantes del grupo de los nopales de castilla (*O. ficus-indica*), cardones (*O. streptacantha*, figura 4), coyotes (*O. megacantha*, figura 5) y chaveños (*O. hyptiacantha*, figura 6), especies también consumidas como fruta en otras partes de México (Colunga *et al.* 1986, Cardona 2007). La tuna del nopal mantequillo (*O.* aff. *lasiacantha*, figura 7) también es muy apreciada para autoconsumo; no se vende por ser muy rara en el área de estudio.

Además de servir como alimento, los nopales también se usan para tratar algunas enfermedades. En Santiago Bayacora se utilizan cuatro especies con fines medicinales. A los llamados tapones —*O. robusta* (figura 8) y *O. phaeacantha* (figura 9)— se les atribuyen propiedades curativas contra enfermedades respiratorias (como asma y pulmonía), y se utilizan para tratar la migraña, quemaduras, como desinflamatorio y cicatrizante; a los cardones (*O. streptacanthas*) se les atribuyen propiedades contra la diabetes, y el nopal de castilla (*O. ficus-indica*) es usado para tratar enfermedades gástricas. En el cuadro 3 se señalan las partes de la planta que se utilizan, así como la forma de preparación de los remedios.

Como fuente de forraje los campesinos aprovechan especies con pocas espinas. Las más usadas son el nopal de castilla (*O. ficus-indica*), los duraznillos (*O. durangensis* y *O. leucotricha*) y los coyotes (*O. megacantha*). Dichos nopales se cortan con hacha o machete y se chamuscan en la misma nopalera para ser consumidos allí mismo por el ganado, o son trasladados a las rancherías.

Para construir cercos vivos se prefieren especies de porte arborescente como nopales de castilla (*O. ficus-indica* y *O.* aff. *lasiacantha*), cardones (*O. streptacantha*) y coyotes (*O. megacantha*). Las cercas no siempre se conforman de una sola especie y casi siempre se combinan con postes de madera y alambres. Este acomodo constituye una barrera contra animales y previene la erosión. Las especies utilizadas como cerco vivo son ocasionalmente podadas y, según la temporada, se consume su verdura y fruta.

Para combustible se prefieren especies de tronco definido, destacando para este uso duraznillos (*O. leucotricha* y *O. durangensis*), coyotes (*O. megacantha* y *O. streptacantha*), chaveños (*O. hyptiacantha*) y nopales de castilla (*O. ficus-indica*). Se seleccionan troncos y pencas secas o viejas, las cuales se utilizan, generalmente, junto con leña de encino (*Quercus* spp.), manzanilla (*Arctostaphylos pungens*) y pino (*Pinus* spp.).

En Santiago Bayacora se utilizan como ornato las variedades introducidas y naturalizadas de nopales de castilla (*O. ficus indica*), así como cardones (*O. streptacantha*) y chaveños (*O. hyptiacantha*).

Cuadro 1. Clasificación y nomenclatura vernácula del género *Opuntia* en Santiago Bayacora y su correspondencia científica

Categorías	Grupos generales	Variantes	Nombres comunes	Nombres científicos
Finos	Castillas	Castilla blanco	Castilla blanco	*O. ficus-indica*
		Castilla baboso	Castilla baboso	
		Mantequillo	Asandillado	*O.* aff. *lasiacantha*
			Delgadito	
			Mantequillo	
	Cardones	Cardón de castilla	Cardón de castilla	*O. streptacantha*
De campo	Cardones	Cardón	Cardón	
		Pachón	Pachón	*O.* aff. *streptacantha**
	Coyotes	Coyote	Coyote	*O. megacantha*
			Cardón de la sierra	
			Sanjuanero	
	Chaveños	Chaveño	Chaveño	*O. hyptiacantha*
			Cascarón	
	Duraznillos	Duraznillo blanco	Duraznillo blanco	*O. durangensis* *O. leucotricha*
		Duraznillo de cáscara	Duraznillo de cáscara	
		Duraznillo rojo	Duraznillo rojo	
		Duraznillo zarco	Duraznillo zarco	
	Tapones	Tapón ocho carreras	Tapón ocho carreras	*O. phaeacantha* *O. robusta*
		Tapón cuervero	Tapón colorado	
			Tapón cuervero	
Total	6	14	20	9

*No se consideró en el conteo.
Fuente: Ávalos-Huerta 2012.

Cuadro 2. Usos tradicionales de *Opuntia* en Santiago Bayacora

Especies	Alimento humano				Forraje	Medicina	Ornato	Combustible	Cercos vivos
	VV	CV	VF	CF					
O. durangensis	•	•		•	•			•	
O. ficus-indica	•	•	•	•	•	•	•	•	•
O. hyptiacantha	•		•	•			•	•	
O. leucotricha	•	•		•	•			•	
O. megacantha		•	•	•	•			•	•
O. aff. *lasiacantha*		•		•			•		•
O. phaeacantha				•		•			
O. robusta				•		•			
O. streptacantha	•	•	•	•		•	•	•	•

VV: Venta de verdura; CV: Autoabasto de verdura; VF: Venta de fruta y CF: Autoabasto de fruta.
Fuente: Ávalos-Huerta 2012.

A

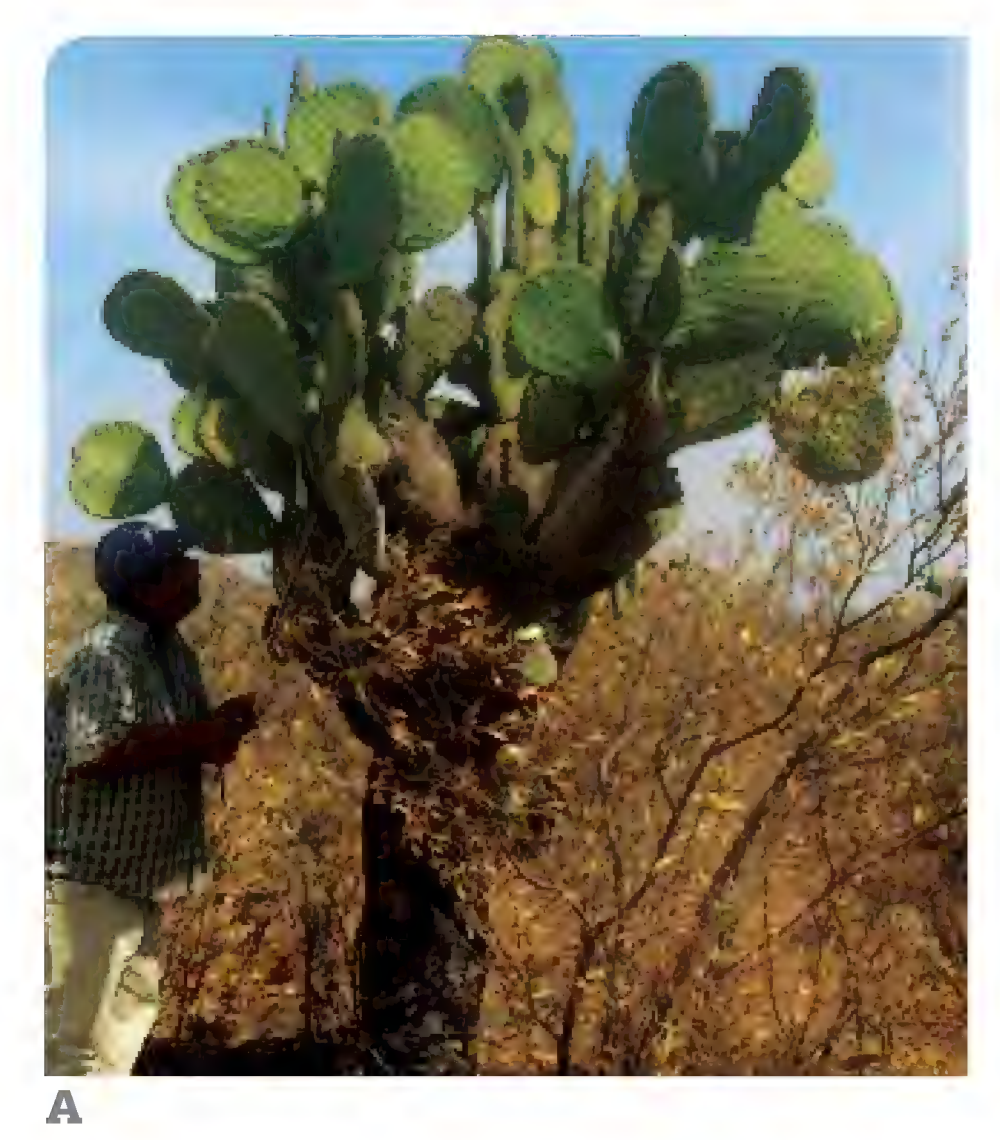
B

C

Figura 1. Nopal de castilla blanco (*O. ficus-indica*): a) vista general de una planta en campo; Sr. Jorge Noriega como referencia; b) pencas superiores con flores, c) frutos.
Fotos: *Inocencia Ávalos Huerta (a y c); Martha González Elizondo (b).*

Figura 2. Duraznillo (*O. leucotricha*). Penca con frutos rojos.
Foto: *David Ramírez Noya.*

Figura 3. Duraznillo (*O. durangensis*): a) vista general de planta; b) penca redonda con frutos inmaduros.
Fotos: *Martha González Elizondo.*



A

B

Figura 4. Cardón (*O. streptacantha*): a) vista general de planta con tallo recto, Sr. Abundio Ávalos como referencia; b) acercamiento a penca con espinas replegadas sobre la superficie.
Fotos: *Inocencia Ávalos Huerta.*

MANEJO

Aunque los campesinos de Santiago Bayacora no reconocen realizar acciones de manejo encaminadas a la conservación de las nopaleras silvestres, durante la observación participativa en este estudio se pudo documentar que sí se realizan algunas prácticas, aunque de manera incipiente y sin planeación, como son: el corte moderado de frutos y pencas evitando dañar a las plantas completas; la resiembra de pencas tiradas (reforestación); evitar el daño mecánico que algunos animales domésticos (como vacas, burros y cabras) producen al roer a los nopales. Otra práctica favorable que se realiza en la comunidad es la poda, pues se retiran de los nopales las pencas plagadas, deterioradas, quemadas, secas o viejas.

Adicionalmente, algunos campesinos realizan actividades que favorecen la conservación de recursos fitogenéticos al trasladar pencas de algunos nopales silvestres o naturalizados a los traspatios de sus casas (propagación vegetativa) y protegerlos mediante cercados. Destacan en este aspecto los nopales de castilla (*O. ficus-indica*), cardones —especialmente la variante de castilla (*O. streptacantha*)—, chaveños (*O. hyptiacantha*) y coyotes (*O. megacantha*).

Figura 5. Coyote (*O. megacantha*). Acercamiento a pencas con superficie lustrosa.
Foto: *Martha González Elizondo.*

A

B

Figura 6. Chaveño (*O. hyptiacantha*): a) vista general de planta con frutos; b) acercamiento a penca con frutos.
Fotos: *Inocencia Ávalos Huerta.*

A

B

Figura 7. Nopal mantequillo, delgadito, asandillado (*O.* aff. *lasiacantha*): a) acercamiento a ramas con pencas alargadas; b) flores anaranjadas.
Fotos: *Inocencia Ávalos Huerta.*

Figura 8. Tapón colorado (*O. robusta*). Planta con frutos maduros.
Fotos: *Inocencia Ávalos Huerta.*

Figura 9. Tapón ocho carreras (*O. phaeacantha*). Planta con pencas sobremaduras.
Fotos: *Inocencia Ávalos Huerta.*

Cuadro 3. Usos medicinales atribuidos a *Opuntia* en Santiago Bayacora

Variantes	Especies	Partes que se utilizan	Cómo se utiliza	Para qué sirve
Castillas Blanco Baboso	*O. ficus-indica*	Pencas tiernas	Se toma en licuados junto con otras frutas	Aporte de fibra, ayuda en la digestión
Tapones Ocho carreras Cuervero	*O. phaeacantha*	Pencas maduras	Soasadas[1] aplicadas en cataplasma	Cicatrización de quemaduras y otras heridas
		Frutos	Se comen hervidos con azúcar (mermelada)	Problemas respiratorios como tos o asma
	O. robusta	Pencas maduras	El corazón (parte interna), crudo y picado, se usa aplicándolo como chiquiadores[2]	Dolores de cabeza
		Frutos	Guisados en aceite y puestos sobre el pecho	Problemas de neumonía
Cardones	*O. streptacantha*	Raíz	Se toma el cocimiento	Diabetes
		Pencas maduras	Se comen frescos o picados	Diabetes

[1] Asadas ligeramente, ya sea directamente sobre el fuego o sobre un comal.
[2] Cataplasmas muy pequeñas aplicadas sobre las sienes.
Fuente: Ávalos-Huerta 2012.

TEMPORADAS DE RECOLECTA DE NOPALITO Y TUNA

Las temporadas en que los nopales producen verdura y fruta en Santiago Bayacora concuerdan de manera aproximada con las temporadas reportadas por Colunga (1986) para el Bajío guanajuatense. La mayor producción de verdura se presenta de febrero a mayo, extendiéndose hasta agosto en el caso de los nopales duraznillos. Por otra parte, la producción de fruta se presenta a partir de mayo (castilla, cardón y duraznillos) y se extiende hasta noviembre y diciembre (tapones y chaveños).

Las temporadas de producción de renuevos (verdura) y maduración de frutos pueden ser influenciadas por la disponibilidad de agua. Por ejemplo, los campesinos observan que las lluvias invernales pueden adelantar la producción de verdura de los nopales duraznillos (blanco, zarco, de cáscara y rojo). También consideran que las lluvias temporales, que en esta región se presentan en los meses de julio a septiembre, influyen para que los nopales duraznillos produzcan verdura y para que otros nopales (coyotes, chaveños y tapones) den fruto de buena calidad para fines comerciales (buen tamaño, de agradable color, dulces). Adicionalmente, los campesinos consideran que los nopales que se encuentran cerca de los cuerpos de agua (presa, río o arroyo), tienen mayor producción de renuevos (nopalitos), que los que se encuentran en la sierra.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La nomenclatura y clasificación vernácula sobre los nopales utilizada por los informantes en Santiago Bayacora contiene más unidades (14) que la nomenclatura y clasificación científica (9); lo que indica que el nopal es un recurso de uso común para los campesinos de la comunidad, quienes tienen un profundo conocimiento sobre el mismo. Los nopales juegan un importante papel en la economía doméstica de muchas familias en Santiago Bayacora, en donde se aprovechan tradicionalmente como alimento humano, forraje, medicina, ornato, combustible y cercos vivos. Además del uso para autoabasto, algunas familias de la comunidad obtienen ingresos económicos de la recolecta y venta de frutos (tunas) y de verdura (nopalitos) de varias especies.

No obstante, las prácticas de manejo y conservación observadas son incipientes, lo que podría estar provocando una merma en el recurso. El aprovechamiento sustentable de este recurso implica conservar los conocimientos tradicionales paralelamente con la adopción de técnicas y prácticas de propagación y de manejo de poblaciones silvestres.

REFERENCIAS

Anderson, E.F. 2001. *The Cactus Family.* Timber Press, Portland.

Ávalos-Huerta, I. 2012. *Contribución al conocimiento del género Opuntia (Cactaceae) en Santiago Bayacora, Durango, México.* Tesis de Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental. CIDIIR/IPN Unidad Durango.

Bravo-Hollins, H. 1978. *Las cactáceas de México,* vol. I., 2a ed. UNAM, México.

Cardona, G. 2007. *Delicias vegetarianas de México.* Editorial Pax, México.

Colunga M., S.P., E. Hernández X. y A. Castillo M. 1986. Variación morfológica, manejo agrícola tradicional y grados de domesticación de *Opuntia* spp. en el Bajío guanajuatense. *Agrociencia* 65: 7-49.

De la Cruz Campa, J.A. 1994. *Nopal verdura Opuntia spp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México.* Comisión Nacional de Zonas Áridas/Instituto Nacional de Ecología. México.

González-Durán, A., M.E. Riojas-López y H.J. Arreola-Nava. 2001. *El género Opuntia en Jalisco. Guía de campo.* Universidad de Guadalajara/CONABIO, Guadalajara.

González-Elizondo, M., M.S. González-Elizondo, I. Ávalos-Huerta *et al.* 2012. *Taxonomía y florística del género Opuntia (Cactaceae) de Durango y regiones limítrofes.* CIDIIR/IPN Unidad Durango. Informe final proyecto FRU-NOP-11-1. Durango.

Goodman, A. 1961. Snowball Sampling. *Annals of Mathematical Statistics* 32: 148-170.

Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2003. *Catálogo de cactáceas mexicanas.* UNAM/CONABIO, Ciudad de México.

Rebman, J. y D. Pinkava D. 2001. *Opuntia* Cacti of North America an overview. *Florida Entomologist* 84(4): 474-483.

Reyes-Agüero, J.A., J.R. Aguirre R., F. Carlín C. y D. González. 2009. *Catálogo de las principales variantes silvestres y cultivadas de Opuntia en la Altiplanicie Meridional de México.* UASLP/SAGARPA/CONACYT, San Luis Potosí.

Scheinvar, L., G. Olalde y D. Sule. 2011. *Especies silvestres de nopales mexicanos.* Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. GE005. Instituto de Biología, UNAM, México.

Conservación

1 Caudales ecológicos en la cuenca del río San Pedro Mezquital

2 La salud de la parte media y baja del río Nazas, tomando como referencia los peces

3 Bancos de germoplasma y estrategias germinativas en ambientes semiáridos, aliados en la conservación de especies

4 Importancia del nodrizaje de la lechuguilla (*Agave lechuguilla*) como estrategia de conservación para la cactácea *Astrophytum myriostigma*

Resumen ejecutivo

Jessica Valero Padilla

La conservación de la biodiversidad garantiza la continuidad de las funciones ecológicas y el equilibrio en el planeta. Estas funciones brindan a la población el acceso a diversos servicios ecosistémicos como aire puro, agua limpia, suelos fértiles, protección contra eventos meteorológicos, abasto de alimentos, sitios espirituales y de recreación, entre otros. En Durango se han llevado a cabo acciones de conservación para garantizar dichos servicios ecosistémicos y para proteger los recursos naturales de la entidad, los cuales se resumen a continuación y se abordan de forma extensa en la presente sección.

Caudales ecológicos en la cuenca del río San Pedro Mezquital

Las obras hidráulicas, como las presas, modifican las características hidrológicas naturales de ríos y humedales. Estas modificaciones constituyen una de las principales amenazas para la conservación de los bienes y servicios asociados al régimen hidrológico, del cual los ecosistemas, las especies y el ser humano dependen. Durango tiene importantes redes hidrológicas, como el río San Pedro Mezquital, que recorre 1204 km: es el séptimo más caudaloso de México con un escurrimiento medio anual de 2700 hm^3 y uno de los últimos ríos que fluye libremente en 72% de su recorrido a través de la Sierra Madre Occidental.

Gracias a la alianza entre el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y la Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA) se diseñó un modelo de manejo del agua en las cuencas hidrográficas del país para determinar el caudal ecológico, cuya definición implica la calidad, cantidad y régimen del flujo o variación de los niveles de agua requeridos para mantener los componentes, funciones y procesos de los ecosistemas acuáticos. Este modelo ha sido incluido en la normatividad mexicana (NMX-AA-159-SCFI-2012) con la finalidad de gestionar el agua para recuperar o conservar el régimen natural del caudal, asegurar la provisión de agua y servicios ambientales, así como mantener las comunidades biológicas que viven gracias a dicho caudal. En el río San Pedro Mezquital, se realizó una propuesta de caudal ecológico que sirvió como base para implementar la primera reserva de agua para la conservación ecológica (decreto del 15 de septiembre de 2014, publicado en el Diario Oficial de la Federación). Gracias a esta experiencia interdisciplinaria, se crearon sinergias entre los tres órdenes de gobierno, las instituciones académicas, las organizaciones de la sociedad civil y los habitantes de la cuenca para discutir, proponer y acordar las necesidades hídricas de los sitios de muestreo con la finalidad de implementar acciones para conservar y recuperar la fauna y flora de estos sitios.

Evaluación de la calidad ambiental del río Nazas, tomando como referencia a los peces

El cauce del río Nazas es interrumpido artificialmente por la cortina de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, lo que afecta la diversidad de los peces que son

Valero-Padilla, J. 2017. Resumen ejecutivo. Conservación. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 539-540.

una fuente económica y de alimento para la población local. La diversidad de peces en este río está representada por 18 especies, de las cuales, cinco son endémicas y 10 son sensibles. Para evaluar la salud y calidad ambiental en el río Nazas se utilizó el índice biológico de integridad (IIB) en nueve estaciones de muestreo y se utilizó a los peces como indicadores. Se encontró que los sitios declinan en calidad a medida que el porcentaje de peces omnívoros se incrementa, debido a que éstos son especies tolerantes que desplazan a las especies sensibles reduciendo con ello la diversidad de peces. El estudio demostró que sólo una estación posee una calidad aceptable (Rodeo), mientras que el resto presenta condiciones pobres. Este resultado indica que el río Nazas está degradado por varios factores antropogénicos y por lo tanto los autores recomiendan realizar monitoreos continuos de la diversidad de peces, implementar estrategias de manejo en la pesca, elaborar un ordenamiento y llevar a cabo una propuesta, así como implementar el caudal ecológico para preservar las funciones ecológicas del río Nazas y proteger con ello los grupos de organismos que dependen de él.

BANCOS DE GERMOPLASMA Y ESTRATEGIAS GERMINATIVAS EN AMBIENTES SEMIÁRIDOS

Las estrategias de las plantas para sobrevivir en ambientes áridos y semiáridos son: almacenamiento y disminución del requerimiento de agua; adaptaciones morfológicas y fisiológicas de las semillas como su tamaño, reserva de nutrientes, germinación precoz, rapidez de germinación y dormancia o disminución de la actividad metabólica para germinar cuando las condiciones sean favorables; así como los bancos de germoplasma. Los bancos de semilla o germoplasma son una estrategia para repoblar comunidades vegetales de ambientes áridos y semiáridos que tienen problemas para reproducirse en su hábitat natural. Hay dos tipos de bancos de semillas: el transitorio (semillas con durabilidad menor a un año que se encuentran en la superficie del suelo o sobre la vegetación y sólo proporcionan un evento de germinación) y el persistente (semillas con viabilidad de muchos años, las cuales se encuentran enterradas y proporcionan varios eventos de germinación). El más importante desde el punto de vista ecológico es el banco persistente debido a que es capaz de regenerar la vegetación después de varios disturbios como incendios, cambio de uso de suelo, inundaciones y otros. Los sitios en donde éstos se encuentran se conocen como micrositios, por lo que es importante localizarlos y valorarlos para futuros programas de recuperación y restauración.

Son varias las especies formadoras de bancos de semilla, por ejemplo el mezquite (*Prosopis glandulosa*), importante para la producción de leña y carbón, que a su vez es nodriza de cactáceas como *Peniocereus greggii*, *Coryphanta durangensis* y *Echinocereus longisetus*; otro ejemplo es la lágrima de San Pedro (*Tecoma stans*), que tiene usos antimicrobianos en el ser humano.

Existen bancos de semillas artificiales formados por centros de investigación. Durango, sólo cuenta con el de la Comisión Nacional Forestal, cuyo objetivo es mantener la calidad genética y fisiológica de las semillas para uso silvícola; así como el banco de semillas de cactáceas y otras especies mexicanas de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), cuyo objetivo es el conocimiento y conservación. Sin embargo, no existe en el estado un banco que almacene semillas de especies en riesgo, de interés ecológico, económico, alimenticio e incluso medicinal, por lo que debería ser considerado como una prioridad.

IMPORTANCIA DEL NODRIZAJE COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE CACTÁCEAS

El nodrizaje es una estrategia de conservación *in situ* (es decir, en su hábitat natural) donde una planta llamada "nodriza" genera un microambiente favorable que protege y permite el crecimiento de otras especies. Para el caso del birrete o bonete de obispo (*Astrophytum myriostigma*), una cactácea endémica y amenazada en la sierra El Sarnoso, municipio de Lerdo se encontró que utiliza un total de 11 especies como nodrizas, pero la de mayor porcentaje de resguardo fue la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), con un 52%, seguido de sangregrado (*Jatropha dioica*) con 13% y el resto de las especies con menos del 3%. Para evitar la desaparición de esta cactácea endémica, es necesario formular una estrategia de conservación integral que incluya la evaluación del estado actual de ambas especies (cactácea y lechuguilla) y evaluar las técnicas de aprovechamiento de la lechuguilla para garantizar la sustentabilidad del recurso, de lo contrario, al desaparecer las comunidades de lechuguilla, el birrete de obispo se extinguirá junto con ella.

Caudales ecológicos
en la cuenca del río San Pedro Mezquital

Hilda Esther Escobedo Quiñones • Sergio Alberto Salinas Rodríguez • Jorge Eugenio Barrios Ordóñez • Anuar Iram Martínez Pacheco

INTRODUCCIÓN

El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés, World Wildlife Fund) y la Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. (FGRA), establecieron una alianza con el objetivo de desarrollar nuevos modelos de manejo del agua en cuencas hidrográficas en el país. Para ello se seleccionaron tres cuencas en las ecorregiones de trabajo de WWF: río Conchos, en el programa Desierto Chihuahuense; ríos Copalita-Zimatán-Huatulco, en la sierra costera de Oaxaca y como parte del Programa Bosques Mexicanos, y el río San Pedro Mezquital, en el Programa Golfo de California.

Para la Alianza WWF-FGRA, el manejo integrado de cuencas es el proceso que coordina las acciones de conservación, manejo y desarrollo del agua, territorio y recursos relacionados de los diferentes sectores presentes en una cuenca, para maximizar los beneficios económicos y sociales derivados de los recursos hídricos, de manera equitativa, preservando y, en su caso, restaurando los ecosistemas acuáticos (WWF 2006, Alianza WWF-FGRA 2011).

Al igual que en otros países del mundo, la proliferación de obras hidráulicas en México ha modificado las características hidrológicas de ríos y humedales, constituyendo en la actualidad una de las principales amenazas para la conservación de los bienes y servicios asociados a los mismos, así como de sus hábitat y especies.

Afortunadamente la forma de entender los ríos y administrar el agua está cambiando, los nuevos escenarios normativos en México orientan la política de aguas hacia la mejora y uso sostenible de los ecosistemas acuáticos, lo cual implica, en términos de gestión del agua, reservar una parte de los recursos para fines ambientales.

La recuperación o conservación de determinados aspectos del régimen natural de caudales encargados de generar los procesos ecológicos, hidrológicos y geomorfológicos necesarios para mantener a largo plazo las comunidades biológicas es lo que se conoce como régimen de caudales ecológicos.

El nuevo paradigma en la gestión del agua y de las cuencas reconoce que unos ecosistemas sanos y funcionales son la forma sustentable de asegurar la provisión de agua y servicios ambientales para el desarrollo de las sociedades que dependen de ellos; el objetivo del presente capítulo es presentar los resultados del trabajo interdisciplinario realizado en la cuenca del río San Pedro Mezquital para integrar una propuesta de caudales ecológicos que sirva como base para la implementación de una reserva de agua para la conservación ecológica.

DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

El río San Pedro Mezquital nace en la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental con el nombre de río la Sauceda, en el municipio de Canatlán, Durango; vierte sus aguas hacia el altiplano, en el valle del Guadiana, pasando por los municipios de Durango, Nombre de Dios, Poanas, Vicente Guerrero y Súchil, del mismo estado, y recibe las aguas de los ríos que nacen en los municipios de Chalchihuites y Sombrerete del estado de Zacatecas; después gira hacia el suroeste, atravesando la sierra con el nombre de Mezquital, aún en el estado de Durango, y llega a la planicie costera del estado de Nayarit, bautizado como San Pedro; aquí se extiende y desparrama en Marismas Nacionales, humedal Ramsar desde 1995 y reserva de la biosfera desde 2010, aportando aproximadamente 60% del agua que este recibe (figura 1) (SEMARNAT 2008, Alianza WWF-FGRA 2011).

La diversidad de paisajes y ecosistemas que el río atraviesa en sus 650 km de recorrido del cauce principal, hacen que la cuenca sea única, con una superficie aproximada de 2.8 millones de hectáreas y 800 mil habitantes, incluyendo grupos indígenas como tepehuanos, huicholes, coras y mexicaneros (figura 2) (Alianza WWF-FGRA 2011).

Escobedo Quiñones, H.E., S.A. Salinas-Rodríguez, E. Barrios y A.I. Martínez Pacheco. 2017. Caudales ecológicos en la cuenca del río San Pedro Mezquital. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 541-553.

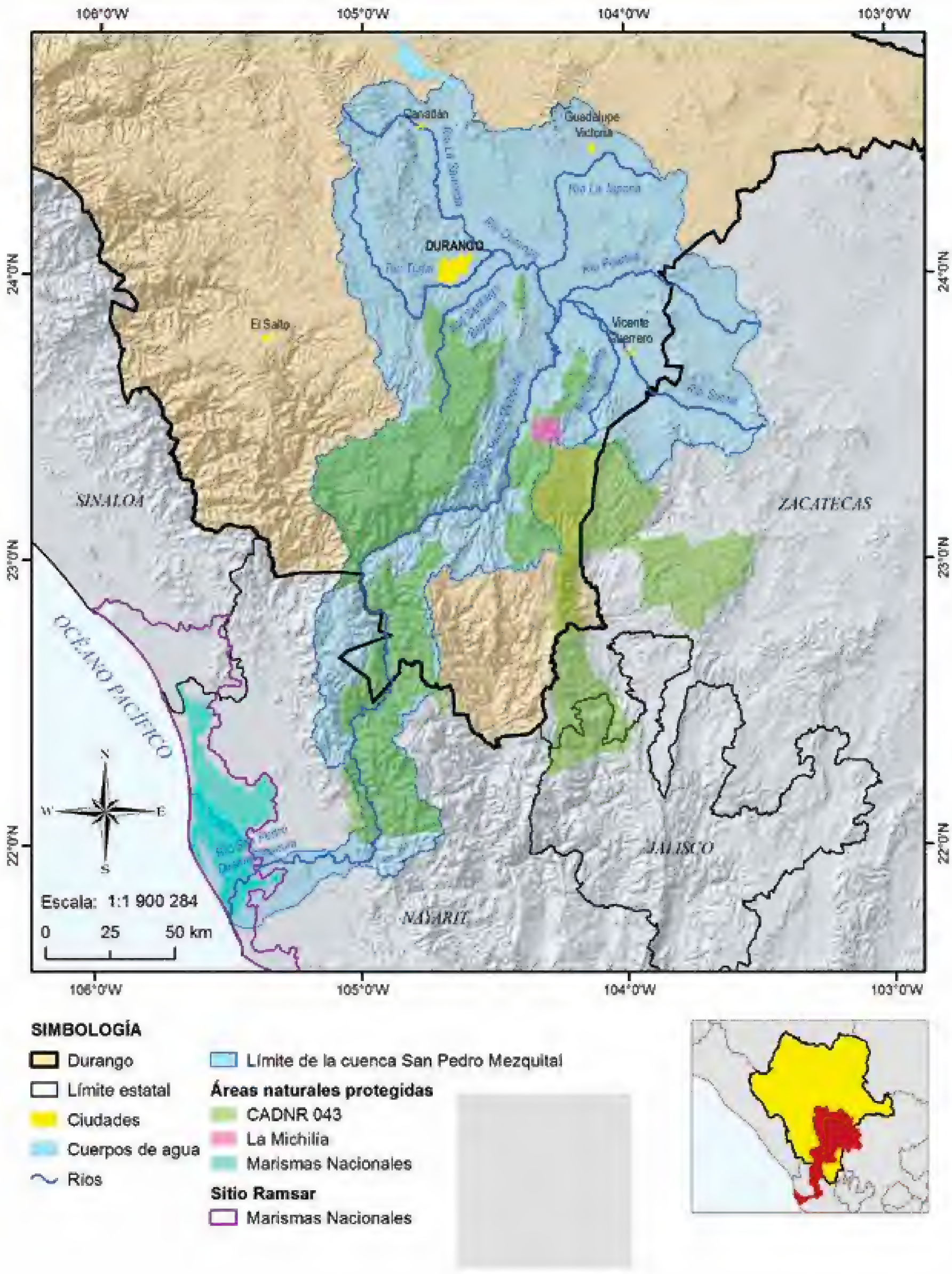


Figura 1. Cuenca del río San Pedro Mezquital.

Figura 2. Mujer huichola habitante de la cuenca del río San Pedro Mezquital.
Foto: *WWF México. Gibert.*

El río San Pedro Mezquital es el séptimo río más caudaloso de México, teniendo un escurrimiento medio anual de 2700 hm^3 y uno de los últimos ríos del país que fluye libre en 72% de su recorrido, a pesar de que, en la parte alta de la cuenca en el estado, existen ocho presas y numerosas derivadoras que permiten la regulación y disponibilidad de los recursos hídricos para los diversos usos: agrícola, ganadero, industrial, publico urbano y acuícola (volúmenes comprometidos superiores a 50% de las aportaciones naturales). En la parte media y baja de la cuenca, donde las demandas son menores a 10% de sus aportaciones naturales, la recuperación del régimen hidrológico permite la conservación de uno de los ecosistemas costeros más importantes para el país: Marismas Nacionales (Alianza WWF-FGRA, 2011, SEMARNAT 2014a).

La cuenca se encuentra vedada para el otorgamiento de nuevas concesiones de aprovechamiento de aguas superficiales desde mediados del siglo pasado, en que se construyó la presa Guadalupe Victoria en el río Tunal.

DEFINICIÓN DE CAUDALES ECOLÓGICOS

El caudal ecológico se define como la cantidad de agua necesaria que debe fluir en cada temporada para mantener el río vivo con sus funciones y procesos físico-químicos y ecológicos activos y saludables, de forma que pueda proveer de agua limpia y todos los recursos y servicios asociados. Con el caudal ecológico, además del agua, el río conserva o recupera su flora y fauna y las funciones sociales y culturales propias de un río sano (Postel y Richter 2003).

En el panorama internacional se cuenta actualmente con numerosas metodologías para calcular los caudales ecológicos que han sido clasificadas en los siguientes grandes tipos: hidrológicos, hidráulicos, hidrobiológicos y holísticos (Dunbar *et al.* 1998, Tharme 2003).

En la cuenca del río San Pedro Mezquital, a principios de 2008 se realizó una primera aproximación "rápida" con un método hidrológico, basado únicamente en las reglas de Tennant[1] (figura 3), a partir de las cuales se intenta separar *a priori* un rango de porcentajes del caudal medio natural interanual en sus correspondientes clases de estado ecológico.

1 El de Tenant es uno de los métodos hidrológicos más utilizados mundialmente en la estimación de caudal ecológico.

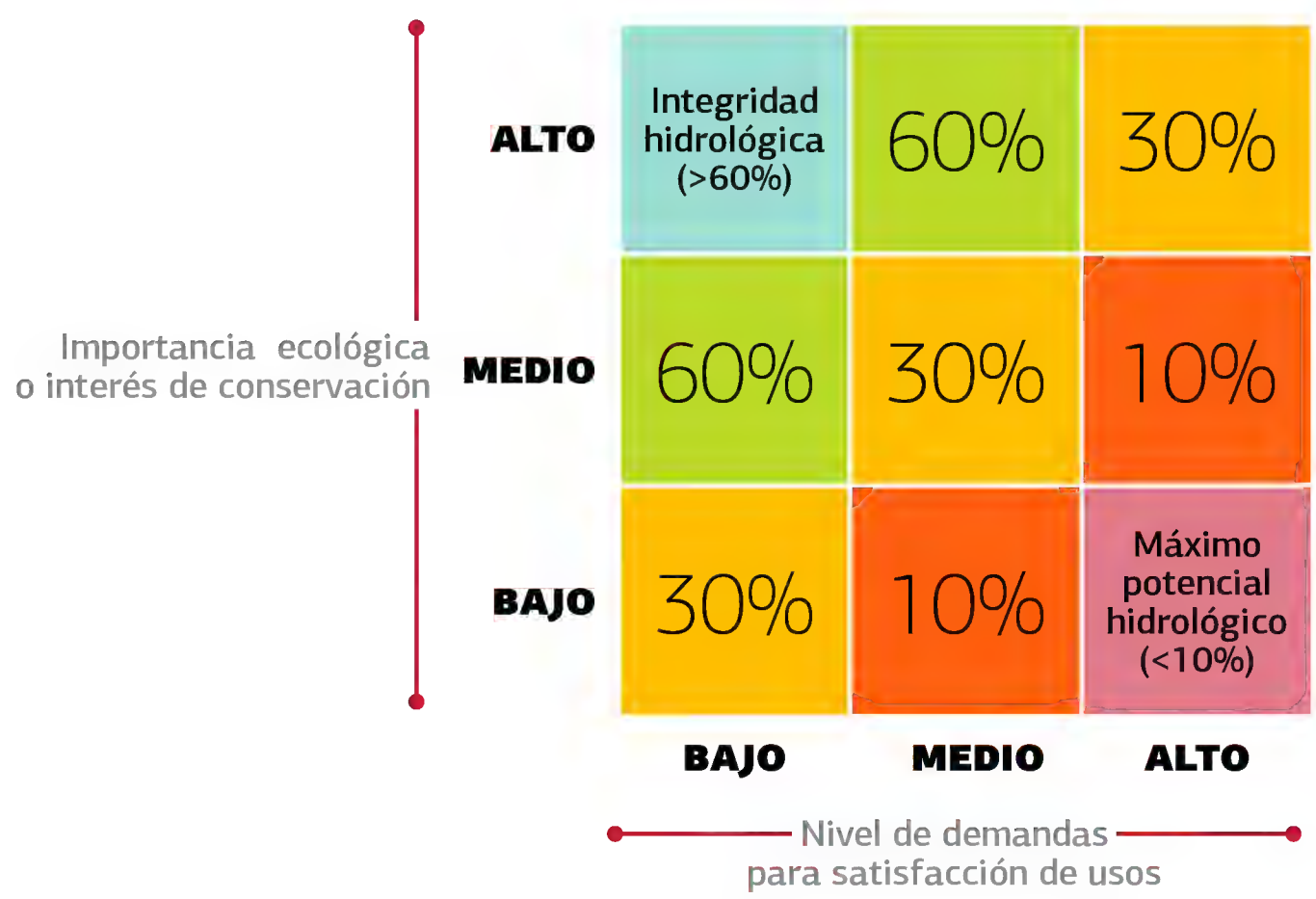


Figura 3. Requerimientos anuales de caudales ecológicos en función de los requerimientos de conservación y el grado de utilización de los recursos hídricos en un punto de interés.
Fuente: Alianza WWF-FGRA.

En la aplicación llevada a cabo en la cuenca del San Pedro Mezquital se han considerado, por una parte, los requerimientos de caudales ecológicos para mantener o restaurar un determinado estado de conservación ecológica o interés de conservación, y por otra, el grado de utilización de los recursos hídricos para la satisfacción de las demandas de los diferentes usos.

Se definieron 11 sitios (figura 4), con base en los siguientes criterios:

- Puntos de importancia ambiental que representaran condiciones naturales de referencia y espacios con gran interés de conservación por su diversidad biológica (descargas naturales de acuíferos, sitios de anidación, etcétera).
- Tramos ubicados aguas abajo de las presas de regulación o derivadoras con gran afectación del régimen hidrológico.
- Límites de cuencas definidas en el estudio de disponibilidad de aguas superficiales de la cuenca del San Pedro Mezquital.
- Representatividad de los ecotipos y las distintas regiones hidroclimáticas dentro de la cuenca del San Pedro Mezquital.
- Conocimiento de la zona por los especialistas y disponibilidad de información hidrológica (precipitación, escurrimiento) de detalle.

Posteriormente siguiendo el método holístico *Building Blocks Methodology*,[2] se constituyó un grupo de 53 especialistas (academia, gobierno, empresas y comunidades; figura 5) que generaron información científica de peces, insectos acuáticos, calidad de agua, vegetación, hidráulica, hidrología, geomorfología y sociología. Esta información fue la base para integrar el conocimiento multidisciplinario, en dos talleres participativos, llegando a un entendimiento compartido de los procesos ecológicos, hidrológicos y geomorfológicos de los 11 puntos que se estudiaron en los ríos que integran la cuenca.

De esta forma, y con la ayuda de un facilitador especialista en la materia, se revisó el estado de conservación actual de cada uno de los puntos de estudio y se estudiaron las series hidrológicas disponibles, tomando

2 La *Building Blocks Methodology* o BBM es una metodología holística originaria de Sudáfrica que considera la estructura y funcionamiento de todos los componentes del ecosistema ripario.

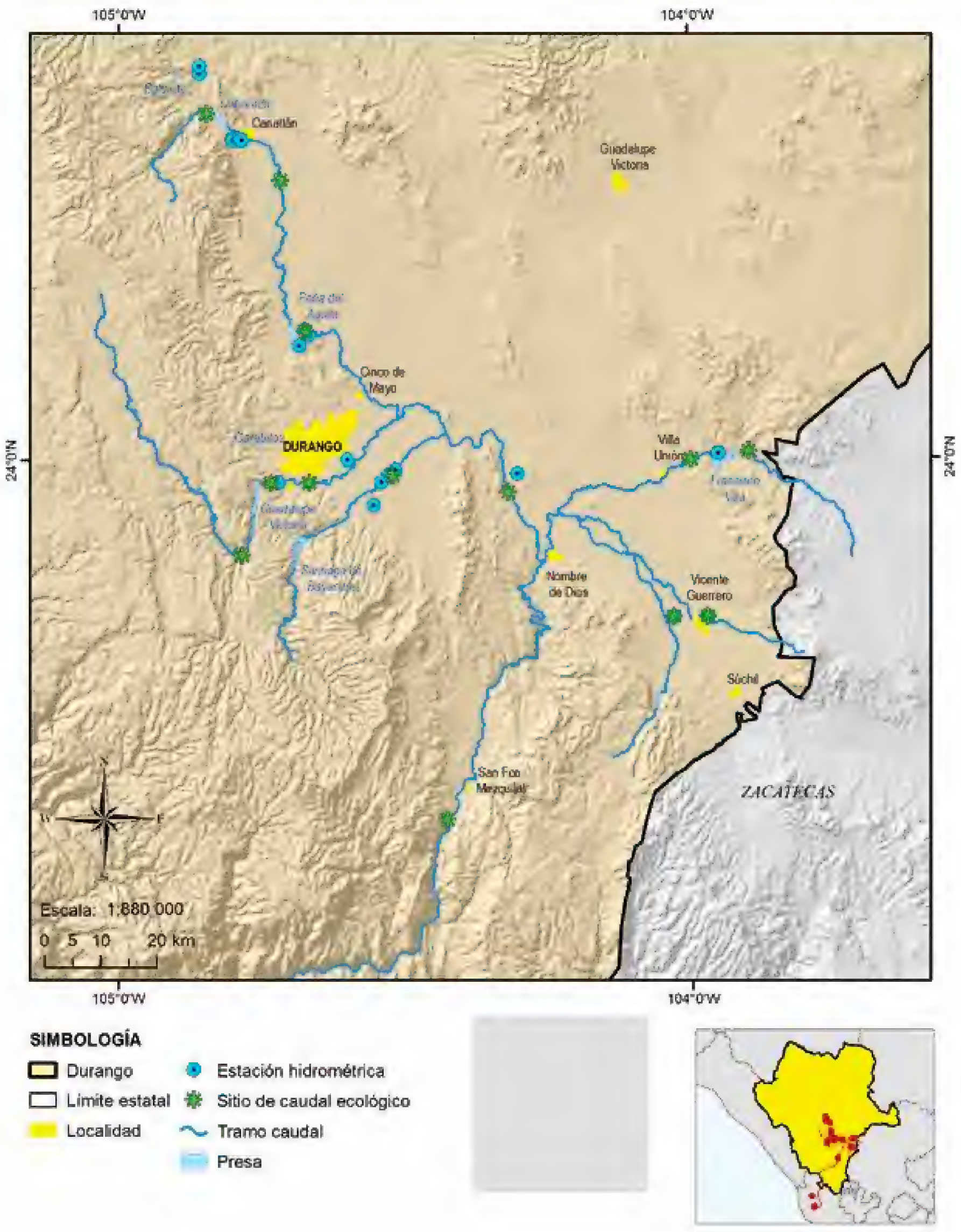


Figura 4. Ubicación de los sitios de estudio de caudal ecológico en la cuenca del río San Pedro Mezquital.

Figura 5. Grupo de especialistas que participaron en la determinación del caudal ecológico en la cuenca del río San Pedro Mezquital.
Foto: *WWF México.*

como situaciones de referencia las de aguas arriba de las presas, donde las condiciones de los ríos no están modificadas por infraestructuras y el patrón de caudales es casi el natural —son los mejor conservados o menos modificados.

Considerando las condiciones actuales y las definidas como de referencia, se establecieron relaciones entre parámetros biológicos e hidrológicos que permitieron hacer propuestas de objetivos de manejo del río y la cuenca. Es decir, se acordó una propuesta de caudal ecológico para lograr una mejora discreta pero progresiva de cada uno de los tramos estudiados con base en las demandas de agua existentes y el interés de conservación de cada zona (figura 6).

Complementariamente, para hacer coincidir esta evaluación con los estudios de disponibilidad conforme a la NOM-011-CNA-2000 (SEMARNAT 2002), en donde se establece el cálculo en la salida del cauce principal de cada subcuenca (nueve sitios), fue necesario ajustar los valores de caudal ecológico por tramo y considerar tres sitios adicionales: aguas arriba de la presa Peña del Águila, Súchil y Graceros, en los cuales solamente se aplicó el método hidrológico.

El estudio se ha realizado en puntos estratégicos dentro del sistema de la cuenca y claramente orientado hacia la gestión, incluyendo propuestas de caudal ecológico para cada temporada —estiaje y lluvia— para años húmedos, medios y secos, diseño de crecidas controladas y paquete de medidas para la recuperación ambiental de los tramos (figura 7).

En general, el estado de conservación ambiental de la cuenca San Pedro Mezquital se califica de mediana a altamente degradado. Sin embargo, se lograron identificar algunas zonas aguas arriba de las presas en las que se encontraron especies de peces con algún estado de conservación, incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), algunas no descritas aún por la ciencia, e insectos acuáticos indicadores de buena calidad, así como zonas con vegetación de ribera en buenas condiciones. En estas zonas mejor conservadas, con menor grado de presión por el uso del agua y que además implica un interés de conservación alto, los valores de caudal ecológico fueron mayores al 50% respecto al caudal natural. Por el contrario, en zonas con un grado de deterioro ambiental muy alto y con una fuerte presión por el uso del agua, los valores de caudal

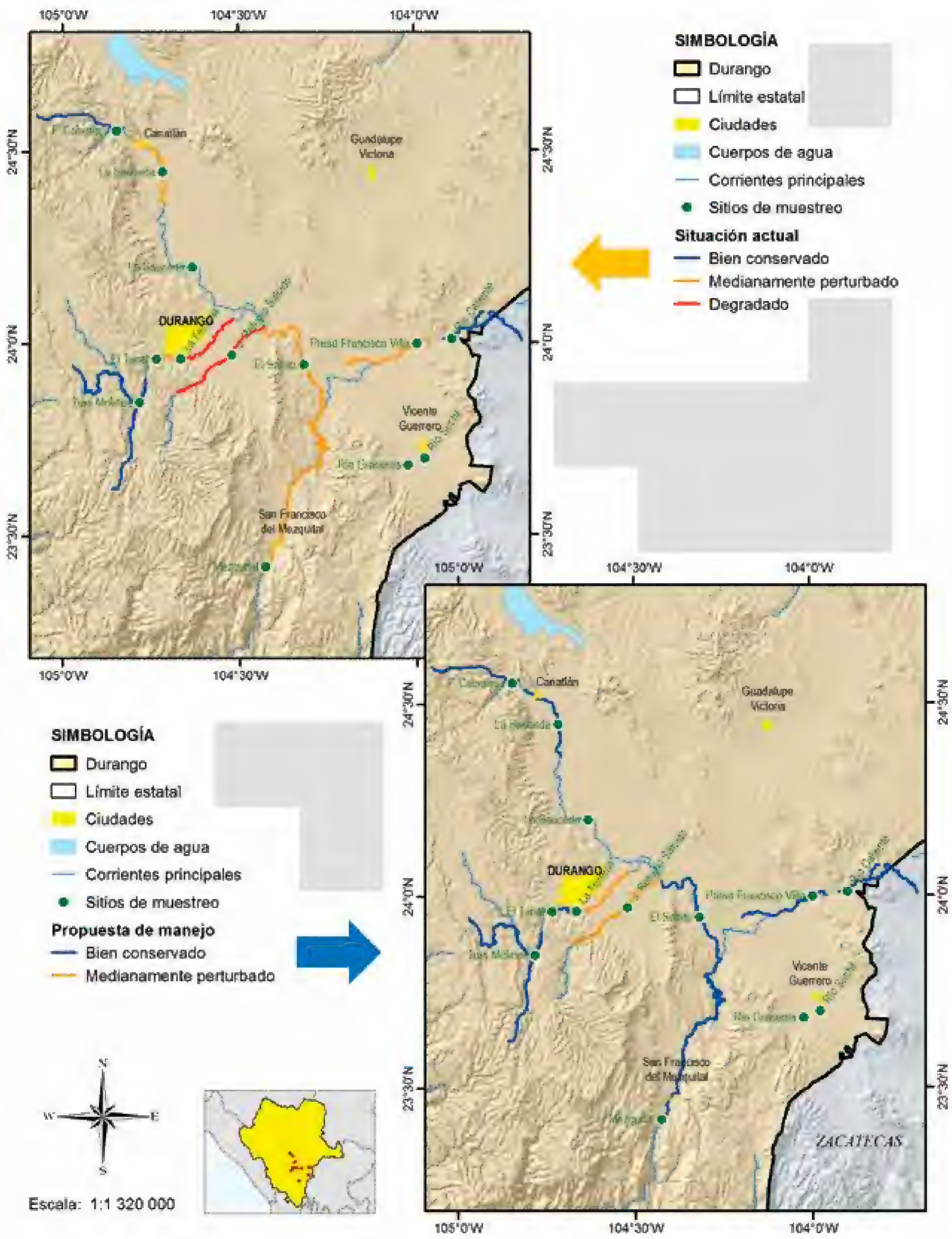


Figura 6. Estado ecológico actual en la cuenca San Pedro Mezquital por tramo y propuesta con la implementación de caudal ecológico.

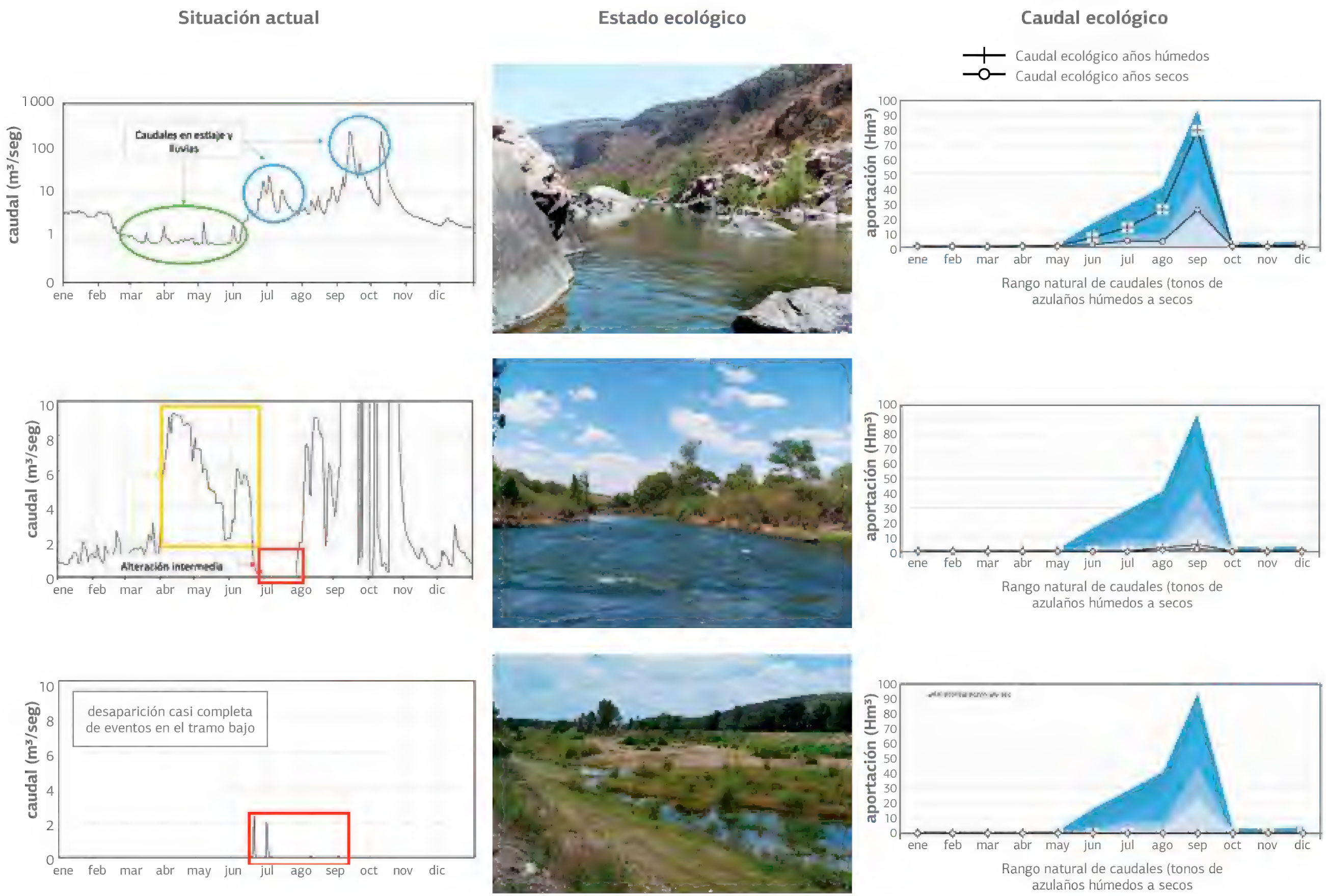


Figura 7. Propuesta de caudal ecológico para el río Tunal, en sus diferentes tramos según el estado ecológico. Fuente: datos hidrológicos: BANDAS 2012-CONAGUA. Gráficas y fotografías: Alianza WWF-FGRA.

ecológico propuestos fueron menores al 10% del caudal natural, con la finalidad de restaurar paulatinamente los ecosistemas dañados (figura 8).

Para aplicar los estudios de caudal ecológico promovidos por la Alianza WWF-FGRA en la cuenca del río San Pedro Mezquital en el estudio de disponibilidad, fue necesario realizar ajustes a los valores de la propuesta a través de reglas de cálculo básicas, para definir un solo volumen promedio anual por subcuenca, asegurando de esta forma que fueran considerados los caudales ecológicos definidos en cada circunstancia y tratados de forma coherente en el conjunto de la cuenca (cuadro 1).

EL CAUDAL ECOLÓGICO Y SU IMPLEMENTACIÓN

El caudal ecológico en ríos y humedales es un instrumento de gestión que, además de establecer la calidad, cantidad y régimen del flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones, procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a la sociedad, permite acordar un manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos (WWF 2010). Los resultados del trabajo interdisciplinario realizado para la obtención de la propuesta de caudal ecológico se ve reflejado en el decreto del 15 de septiembre de 2014, publicado en el Diario Oficial de la Federación (SEMARNAT 2014b), en donde se establece la primera reserva de agua para uso ambiental o de conservación ecológica en México para la cuenca del río San Pedro Mezquital, además de considerar las reservas de uso público urbano y para la generación de energía eléctrica, claros ejemplos de acuerdos de manejo integrado y gobernanza en la cuenca (cuadro 2).

En el cuadro 3 se hace un comparativo de la propuesta de caudal ecológico obtenida en este estudio y la publicada por la SEMARNAT (2014b) como reserva de agua para uso ambiental o de conservación ecológica, resultando que en su mayoría los valores propuestos fueron considerados y que inclusive se incrementaron en algunas cuencas por la importancia ecológica y social.

No obstante, en ningún caso se ha hablado del impacto o costo de la implementación del caudal ecológico en términos de recursos hídricos, un concepto clave de cara a su futura puesta en práctica.

En la mayoría de los casos la aplicación del caudal ecológico no implica ningún esfuerzo, solamente dejar

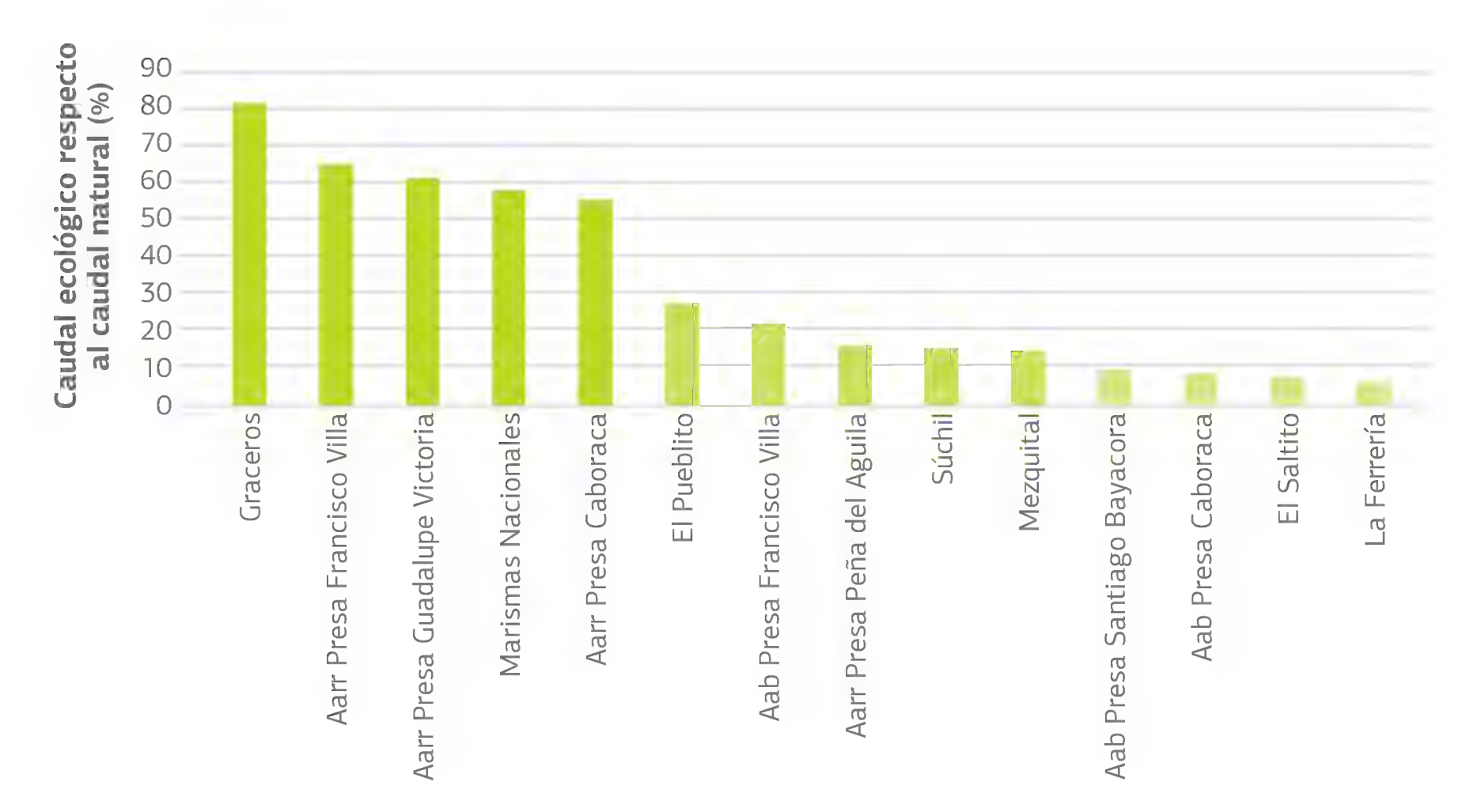


Figura 8. Porcentaje de caudal ecológico en relación con el volumen medio anual de escurrimiento en cada sitio de estudio.
Aarr: Aguas arriba; Aab: Aguas abajo
Fuente: WWF 2009.

Cuadro 1. Propuesta de caudal ecológico para la cuenca del río San Pedro Mezquital ajustada a hm³/año

Río	Cuenca	Interés de conservación	Demanda de agua	Propuesta de caudal ecológico							
				Año seco		Año húmedo		Crecidas		Caudal medio (hm³/año)	Caudal ecológico (%)
				Caudal (hm³)	%	Caudal (hm³)	%	m³/s	Duración/ frecuencia		
La Sauceda	La Sauceda	Alto	Baja	9.3	16	57.2	100	Régimen natural		33.25	58
		Medio	Media	1.8	3	9.3	16	76.2	1 día/ 2 a 3 años	5.56	10
		Medio	Media	4.0	3	37.6	29			20.80	15
El Tunal	Tunal	Alto	Baja	36.7	26	133.8	96	Régimen natural		85.24	61
	Durango	Medio	Media	23.3	17	53.9	39	70.0	1 día/ 2 a 3 años	38.60	28
	Durango	Bajo	Alta	8.5	6	8.5	6	70.0	1 día/ 2 a 3 años	8.51	6
Santiago Bayacora	Santiago Bayacora	Medio	Media	8.7	10	8.7	10	62.8	1 día/ 2 a 3 años	8.73	10
Durango	Durango	Medio	Media	22.3	5	49.6	11	148.0	1 día/ 2 a 3 años	35.97	8
Poanas	Poanas	Alto	Baja	32.9	57	42.6	73	Régimen natural		37.71	65
		Medio	Alta	12.7	22	12.7	22	31.5	1 día/ 3 a 4 años	12.67	22
Graceros	Graceros	Medio	Alta	1.4	12	17.6	150			9.50	81
Súchil	Súchil	Medio	Media	1.0	3	9.8	28			5.36	15
Mezquital	San Pedro Mezquital	Medio	Baja	69.3	12	94.7	17	148.0	1 día/ 2 a 3 años	81.96	15
San Pedro	San Pedro Desembocadura	Alto	Media	1 106.5	35	2 249.9	71			1 678.20	53

Fuente: WWF 2010.

correr la misma cantidad de agua que actualmente fluye de forma natural o que se libera para cumplir con los volúmenes concesionados, como es el caso de las cuencas Tunal, Poanas, Graceros, Súchil, San Pedro Mezquital y San Pedro Desembocadura. En otros casos, sería una cantidad de agua adicional que tendría que liberarse anualmente de las presas que ahora la regulan (cuadro 4).

Algunos de los principales beneficios que se obtendrían con la aplicación del caudal ecológico en los ríos de la cuenca San Pedro Mezquital son:

- A corto plazo: recuperación de paisajes y parajes naturales y zonas de esparcimiento y disfrute de los pobladores, así como mantenimiento y recuperación de hábitat y especies de flora y fauna.
- Mantener la capacidad hidráulica de los cauces, así como mantenerlos limpios de vegetación invasora; esto se consigue de forma natural mediante la aplicación de las crecidas controladas y manteniendo los caudales que propone el caudal ecológico.
- A medio y largo plazo: recarga de acuíferos, recuperación del caudal base en ríos permanentes que ahora son intermitentes, recuperación de bosques de galería en las riberas de los ríos y amortiguación de los eventos extremos climatológicos e hidrológicos.

Cuadro 2. Reservas de agua superficial para la cuenca río San Pedro Mezquital

Cuenca hidrológica	Disponibilidad (hm³)	Uso doméstico y público urbano (hm³)	Uso ambiental o para conservación ecológica (hm³)	Generación de energía eléctrica (hm³)	Volumen disponible (hm³)
Laguna de Santiaguillo	3.19		0.32		2.87
La Tapona	132.89		13.29		119.60
Río La Sauceda	54.46		16.34		38.12
Río El Tunal	85.24	52.27	32.97		0.00
Río Santiago Bayacora	34.60	26.38	8.22		0.00
Río Durango	229.63		34.67		194.96
Río Poanas	16.84		14.65		2.19
Río Súchil	18.17		1.82		16.35
Río Graseros	24.94		2.49		22.45
Río San Pedro Mezquital	2 364.96	50.00	354.74	1 960.22	0.00
Río San Pedro Desembocadura	2 613.48		2 296.66		316.82

Fuente: SEMARNAT 2014b.

Cuadro 3. Comparación de la reserva de agua para uso ambiental publicado por SEMARNAT y Alianza WWF-FGRA

Cuenca hidrológica	Disponibilidad (hm³)	Uso ambiental o para conservación ecológica** (hm³)	Uso ambiental* (hm³)
Laguna de Santiaguillo	3.19	0.32	0.00
La Tapona	132.89	13.29	0.00
Río La Sauceda	54.46	16.34	33.30
Río El Tunal	85.24	32.97	85.20
Río Santiago Bayacora	34.60	8.22	8.73
Río Durango	229.63	34.67	38.00
Río Poanas	16.84	14.65	14.52
Río Súchil	18.17	1.82	5.36
Río Graseros	24.94	2.49	9.50
Río San Pedro Mezquital	2 364.96	354.74	82.00
Río San Pedro Desembocadura	2 613.48	2 296.66	1 678.00

Fuente: Alianza WWF-FGRA 2011*, SEMARNAT 2014b**

Cuadro 4. Propuesta de caudal ecológico/costo en volumen que implicaría su implementación

Subcuenca	Disponibilidad	Caudal ecológico (hm³/año)	Costo por su implementación (hm³/año)
La Sauceda	54.46	16.34	0.00
El Tunal	85.24	32.97	0.00
Santiago Bayacora	34.60	8.22	0.00
Durango	229.63	34.67	13.40
Poanas	16.84	14.65	13.09
Súchil	18.17	1.82	0.14
Graceros	24.94	2.49	0.18
San Pedro Mezquital	2 364.96	354.74	0.00
San Pedro Desembocadura	2 613.48	2 296.66	0.00

Fuente: Alianza WWF-FGRA 2011.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es momento de asumir que un río es y vale mucho más que el agua que lleva.

Desde el punto de vista técnico, a pesar de la simplicidad del concepto de los caudales ecológicos, existe una gran dificultad en la estimación de sus valores, principalmente debido a la insuficiente comprensión entre los diferentes aspectos del régimen hidrológico (estiajes naturales, crecidas, etcétera) y los diversos componentes del ecosistema fluvial. El uso intensivo del agua produce una alteración hidrológica de los ríos y humedales que afectan en primera instancia a su estructura y funcionamiento, y en última a los bienes y servicios asociados a ellos. En la parte alta de la cuenca del río San Pedro Mezquital existen tramos significativamente alterados por esta causa, como son las zonas de riego de las presas Caboraca, Guadalupe Victoria, Peña del Águila, Santiago Bayacora y Francisco Villa.

El estado de conservación ambiental de la cuenca San Pedro Mezquital se califica de mediana a altamente degradado. Sin embargo, existen zonas en las que vale la pena implementar acciones para conservar o recuperar la fauna y flora presentes en el ecosistema, por lo que su aplicación en el caudal ecológico es muy conveniente.

La participación coordinada de los tres niveles de gobierno en el desarrollo de obras de infraestructura hidráulica para el saneamiento de los ríos, el Proyecto Agua Futura para Durango y las reservas de agua para la cuenca publicadas por SEMARNAT (2014b), representan una oportunidad única para la implementación de los caudales ecológicos, que significarán la restauración de la cuenca y una verdadera sostenibilidad en el uso del agua. Los caudales ecológicos no obstaculizan el desarrollo de la sociedad, por el contrario, lo garantizan.

Por el papel que desempeñan en el funcionamiento de ríos y humedales, los caudales ecológicos deben ser incorporados en el proceso de planeación hídrica, como parte del plan de manejo integral de la cuenca y reglamento, que incluya agua superficial y subterránea, a la vez que establecen, en coordinación con los usuarios, las acciones necesarias para su implementación, manejo y evaluación periódica de los resultados.

Es muy importante continuar e incrementar el monitoreo de flora, fauna, calidad y cantidad del agua en la cuenca, que permita evaluar los resultados de la implementación del caudal ecológico y realizar acciones de mejora, además de establecer un sistema de información para que los habitantes de la cuenca reconozcan la importancia de sus ecosistemas y se involucren en la realización de acciones para su restauración y mantenimiento.

La situación observada actualmente en la cuenca del río San Pedro Mezquital es la consecuencia de una serie de acciones y prácticas de manejo del agua y el territorio. Si se mejoran ambos mejorará también la situación de los ecosistemas, y por tanto la salud del río, de la cuenca y de sus habitantes. Esto representa un escenario de menor vulnerabilidad ante las variaciones del ciclo hidrológico que se esperan asociadas al cambio climático.

REFERENCIAS

Alianza WWF-FGRA. 2011. Fondo Mundial para la Naturaleza-Fundación Gonzalo Río Arronte. Folleto *El río San Pedro Mezquital. El gran desconocido.* México.

Dunbar, M.J., A. Gustard, M.C. Acreman y C.R.N. Elliot. 1998. Overseas approaches to setting river flow objectives. Institute of Hydrology, Wallingford, Oxon, United Kingdom. R&D Technical Report W6-161.

Postel, S. y B. Richter. 2003. *Rivers for life. managing water for people and nature.* Island Press. Washington.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000. Publicada el 17 de abril de 2002 en el Diario Oficial de la Federación. Texto no vigente.

—. 2008. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas laguna de Santiaguillo, La Tapona, río La Sauceda, río El Tunal, río Santiago Bayacora, río Durango, río Poanas, río Súchil, río Graseros, río San Pedro Mezquital y río San Pedro Desembocadura, mismos que forman parte de la porción de la región hidrológica denominada Río San Pedro. Publicado el 10 de enero de 2008 en el Diario Oficial de la Federación.

—. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

—. 2014a. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas superficiales en las cuencas hidrológicas Laguna de Santiaguillo, La Tapona, río La Sauceda, río El Tunal, Río Santiago Bayacora, río Durango, río Poanas, río Súchil, río Graseros, río San Pedro Mezquital y río San Pedro Desembocadura de la subregión hidrológica río San Pedro de la región hidrológica número 11 Presidio-San Pedro. Publicado el 9 de julio de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

—. 2014b. Decreto por el que se abrogan los acuerdos que se indican y se establece la reserva de aguas en las cuencas hidrológicas que se señalan. Publicado el 15 de septiembre de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Tharme, R. 2003. A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. *River Research and Applications* 19: 397-441.

WWF. Fondo Mundial para la Naturaleza. 2006. Applying the principles of integrated water resources and river basin management – an introduction. 2006. A Report to WWF-UK prepared by Tim Jones, Meter Newborne and Bill Phillips.

—. 2009. Informe de resultados de los talleres realizados con especialistas para la determinación de la propuesta de caudales ecológicos en la cuenca del río San Pedro Mezquital.

—. 2010. Propuesta de caudales ecológicos en la cuenca del río San Pedro-Mezquital y su consideración en el estudio de disponibilidad de aguas superficiales. México.

La salud de la parte media y baja del río Nazas, tomando como referencia los peces

Irma Haydé Martínez Balderas • Fernando Alonzo Rojo • Gabriel Fernando Cardoza Martínez • José Luis González Barrios

INTRODUCCIÓN

El río Nazas nace en la parte alta de la Sierra Madre Occidental; antes de la construcción de las presas desembocaba en la laguna de Mayrán, en Coahuila, después de haber recorrido casi 600 km. Actualmente, el cauce de este río es interrumpido artificialmente por la cortina de las presas Lázaro Cárdenas (El Palmito), presa captadora, y por la Francisco Zarco (Las Tórtolas), presa derivadora y reguladora (SNIEG 2004). Este tipo de obras hidráulicas afectan considerablemente la riqueza biológica en los ríos y otros medios dulceacuícolas. El objetivo de este capítulo es la evaluación de las condiciones del río Nazas, dada su importancia por la gran diversidad de peces que posee. Los peces son un factor económico relevante: son fuente de alimento para los habitantes de la región y a su vez forman parte de la cadena alimenticia y mantienen el ecosistema en equilibrio, por lo cual se trata de buscar su conservación y permanencia ya que existen especies únicas que forman parte de la cadena alimenticia y mantienen el ecosistema en equilibrio.

METODOLOGÍA

Una forma de evaluar la calidad ambiental en un sitio determinado son los índices de integridad biótica, propuestos como herramientas metodológicas auxiliares en el planteamiento de estrategias de conservación o recuperación de un ecosistema que ha sido previamente impactado (Mercado y Lyons, 2001). En 1981, J.R. Karr introdujo el concepto de índice biológico de integridad (IIB, por sus siglas en inglés). Se trata de una herramienta que, mediante el registro de múltiples medidas, evalúa la salud biológica de los ecosistemas acuáticos y cuerpos receptores de agua (como las presas), en función de la comunidad de peces que se encuentran ahí. Entre otros aspectos que se consideran para calcular los IIB están: la riqueza y composición de especies (de cuáles hay y cuántas de cada una), la presencia de especies indicadoras (las que definen un rasgo o característica del medio ambiente), el tipo de alimentación (invertívoros, carnívoros, macrófagos y omnívoros), el origen de las especies (si son nativas o introducidas), la tolerancia (a cambios en su entorno, como temperatura y nivel del agua, oxígeno disuelto, sobrepesca, disponibilidad de alimento), entre otros aspectos. Conforme el IIB calculado se acerca a 100, significa que la calidad del sitio es muy buena; por el contrario, conforme se acerca a cero es muy mala.

Dada la importancia ecológica y económica del río Nazas, se propuso determinar su salud, para lo que se realizaron muestreos en nueve sitios (figura 1) de la parte media y baja durante el 2011, utilizando equipo de pesca como redes tipo chinchorro, trampas tipo nasa y atarrayas de diferentes medidas, a fin de obtener la muestra de peces más representativa en cada lugar.

SALUD DEL RÍO NAZAS

La diversidad de peces en la parte media —Palmito, San Francisco, Paraíso (figura 2), San Rafael y Rodeo— y baja —Amoles, Nazas, Cañón de Fernández (figura 3) y Puentes Cuates— del río Nazas estuvo representada por siete familias, 14 géneros y 18 especies, con una abundancia total de 1783 organismos (cuadro 1); de éstos, 57.8% (752 peces) correspondieron a la parte media del río y 42.2% (1031 peces) a la parte baja.

El río Nazas cuenta con un gran número de peces únicos de la región; de las 18 especies registradas en este estudio, cinco son endémicas y más de la mitad resultaron únicas de ese sitio (cuadro 2). Curiosamente, los sitios declinan en calidad a medida que el porcentaje de omnívoros se incrementa, ya que estos organismos son tolerantes a cualquier tipo de alimento y llegan a desplazar a los peces que no lo son, provocando que la estación vaya en decadencia en diversidad de especies.

Martínez-Balderas, I.H., F. Alonzo-Rojo, G.F. Cardoza-Martínez y J.L. González-Barrios. 2017. La salud de la parte media y baja del río Nazas, tomando como referencia los peces. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 555-560.

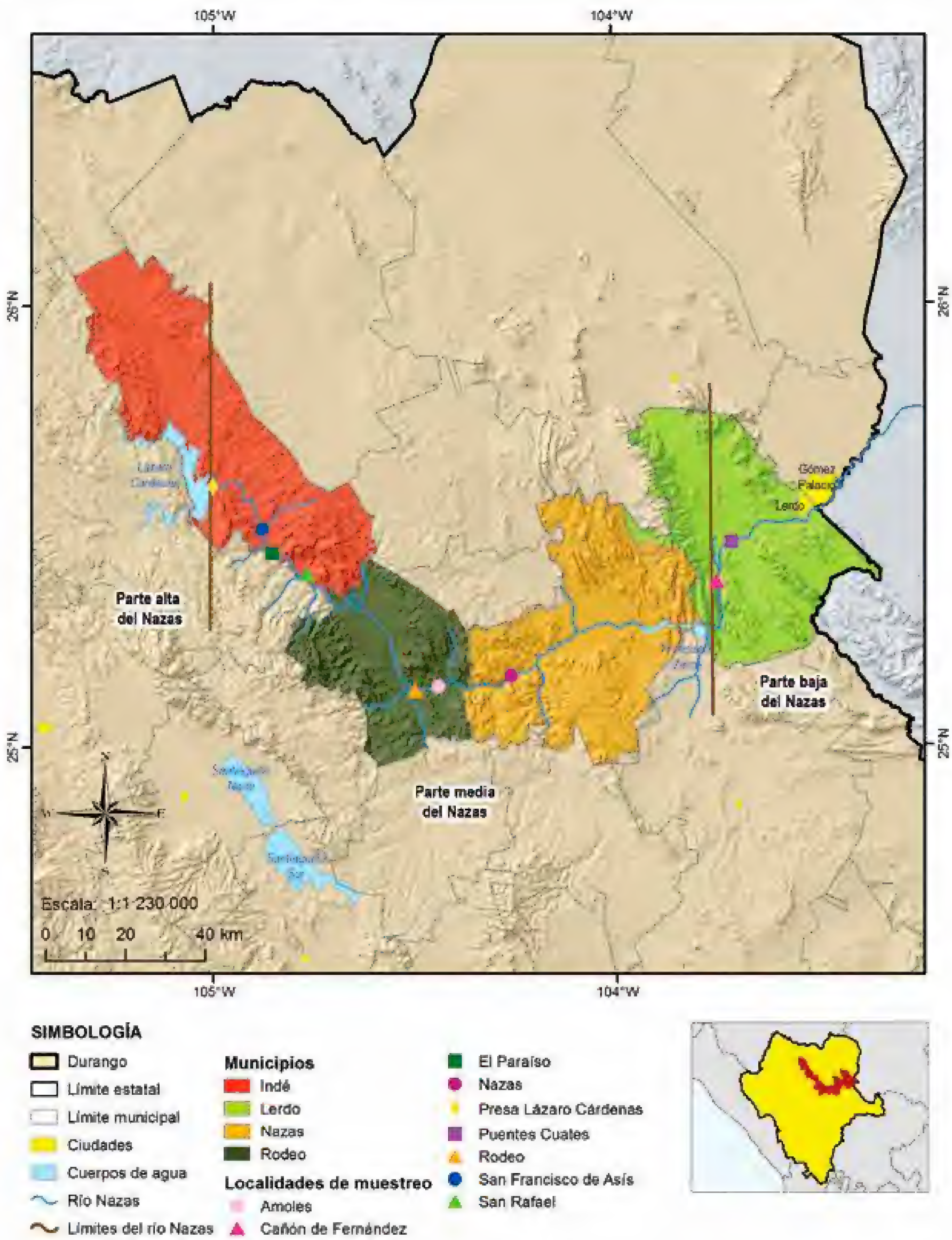


Figura 1. Localización del área de estudio.
Autor: Luis Ángel Hernández.

Figura 2. Estación Paraíso, parte media del río Nazas.
Foto: *Irma Haydé Martínez Balderas.*

Figura 3. Estación Cañón de Fernández, parte baja del río Nazas.
Foto: *Irma Haydé Martínez Balderas.*

Cuadro1. Especies y número de organismos por cada estación

Nombre científico	Estación y fecha									Totales
	Palmito	San Francisco	Paraíso	San Rafael	Rodeo	Amoles	Nazas	Cañón Fernández	Puentes Cuates	
	04-ago-11	05-ago-11	05-ago-11	06-ago-11	02-nov-11	02-nov-11	08-nov-11	26-nov-11	09-sep-11	
Notropis nazas		4	10	9	38	186	59			306
*Notropis chihuahua**	7	1		5	38	15	126			192
*Gila conspersa**	1	21	3	13	21	27	1			87
*Cyprinella garmani**	1	10	3	17	13	1	30			75
*Rhinichthys osculus**	3	10	1	6	1	1	6			28
Rhinichthys cataractae		9			5					14
Pimephales promelas	1									1
Codoma ornatum				4			4			8
Campostoma ornatum		1			1		1			3
*Catostomus nebuliferus**	2	15			5	2	2			26
Astyanax mexicanus	46	3		5	11		1	183		249
Astyanax sp.	1	1			10				293	305
Poeciliopsis gracilis					340		1			341
Lepomis macrochirus	1				1				13	15
Lepomis megalotis	1				1					2
Micropterus salmoides	8		1		1		3		31	44
Sharotherodon aureus				3	22	2	2	8	3	40
Ictalurus punctatus			3		14	24		1	5	47
Abundancia	**72**	**75**	**21**	**62**	**522**	**258**	**236**	**192**	**345**	**1 783**
No. de especies	**11**	**10**	**8**	**8**	**16**	**8**	**12**	**3**	**5**	**18**
	Parte media: 752 organismos (42.2%)				**Parte baja: 1 031 organismos (57.80%)**					

*Especies endémicas.

Fuente: elaboración mediante trabajo de campo.

Cuadro 2. Especies y criterios base, por sus características biológicas

Especie	Nivel de nado	Alimen-tación	Origen evolutivo	Origen evolutivo	Evolución	Biogeografía	Sensibilidad	NOM-059-SEMARNAT 2010	Distri-bución
Notropis nazas	Media agua	I	Nativo	Nativo	Primaria	Neártico	Medianamente sensible		
Notropis chihuahua	Media agua	I	Introducido	Introducido	Primaria	Neártico	Medianamente sensible	Amenazada	Endémica
Gila conspersa	Media agua	C	Nativo	Nativo	Primaria	Neártico	Sensible	Amenazada	Endémica
Cyprinella garmani	Media agua	I	Nativo	Nativo	Primaria	Neártico	Medianamente sensible	Amenazada	Endémica
Rhinichthys osculus	Béntico	I	Endémica regional	Endémica regional	Primaria	Neártico	Sensible	Extinta*	Endémica
Rhinichthys cataractae	Béntico	I	Endémica regional	Endémica regional	Primaria	Neártico	Tolerante		
Pimephales promelas	Media agua	M	Nativo	Nativo	Primaria	Neártico	Tolerante		
Codoma ornatum	Béntico	I	Nativo	Nativo	Primaria	Neártico	Tolerante		
Campostoma ornatum	Béntico	M	Nativo	Nativo	Primaria	Neártico	Medianamente sensible		
Catostomus nebuliferus	Béntico	M	Endémica regional	Endémica regional	Primaria	Neártico	Sensible	Amenazada	Endémica
Astyanax mexicanus	Media agua	O	Nativo	Nativo	Primaria	Neotropical	Tolerante		
Astyanax sp.	Media agua	O	Nativo	Nativo	Primaria	Neotropical	Medianamente sensible		
Poeciliopsis gracilis	Media agua	I	Introducido	Introducido	Primaria	Neotropical	Medianamente sensible		
Lepomis macrochirus	Media agua	C	Introducido	Introducido	Primaria	Neártico	Tolerante		
Lepomis megalotis	Media agua	O	Introducido	Introducido	Primaria	Neártico	Tolerante		
Micropterus salmoides	Media agua	C	Introducido	Introducido	Primaria	Neártico	Medianamente sensible		
Sharotherodon aureus	Media agua	O	Introducido	Introducido	Secunda-ria	Neotropical	Tolerante		
Ictalurus punctatus	Béntico	C	Introducido	Introducido	Primaria	Neártico	Tolerante		

*Se observa que *Rhinichtys osculus* está reportada como extinta (NOM-059-SEMARNAT-2010, Miller 2009).
Invertívoros (I): peces que consumen insectos, plancton. Carnívoros (C): consumo de carne, ya sea mediante la depredación o consumo de carroña. Macrófagos (M): ingieren presas de gran tamaño porque poseen mandíbulas extensibles. Omnívoros (O): son aquellos que se alimentan tanto de animales como de plantas.
Fuente: elaboración mediante trabajo de campo.

En total se encontraron cuatro omnívoros de las 18 especies, en donde Rodeo fue la estación con más presencia de omnívoros (4). La presencia de especies intolerantes es importante por ser las primeras en desaparecer con un aumento en la contaminación, ocasionada por insecticidas, desechos domésticos, industriales e inclusive por la concentración de arcillas coloidales en suspensión, y la continua erosión de campos. En el presente trabajo dominaron las tolerantes con ocho especies, las medianamente tolerantes con siete y las sensibles con tres. La estación con una calidad aceptable fue Rodeo (cuadro 3), el resto de las estaciones presentan condiciones de pobre y muy pobre, lo cual se atribuye a la actividad antropogénica que se realiza en los márgenes del río, principalmente la agricultura y el uso de fertilizantes y pesticidas.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Los índices de integridad biótica demostraron que las condiciones del río Nazas no son favorables; la mayoría de las estaciones registraron un IIB pobre, lo que indica que el río está muy degradado y dañado en su mayoría

Cuadro 3. Evaluación de las métricas en porcentaje de la parte media y baja del río Nazas

Variables (especies)	Parte media					Parte baja			
	Palmito (%)	San Francisco (%)	Paraíso (%)	San Rafael (%)	Rodeo (%)	Amoles (%)	Nazas (%)	Cañón Fernández (%)	Puentes Cuates (%)
Nativas	63.60	81.80	36.40	54.60	81.80	45.50	72.700	9.10	9.10
Introducidas	42.90	85.70	71.40	71.40	0.00	57.10	42.900	71.40	42.90
Primarias	64.70	58.80	35.30	41.20	88.20	41.20	64.70	11.80	23.50
Secundarias	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Neárticas	64.30	57.10	42.90	42.90	85.70	50.00	64.30	7.10	21.40
Neotropicales	50.00	50.00	0.00	50.00	100.00	25.00	75.00	50.00	50.00
Micrófagas	66.70	66.70	0.00	0.00	66.70	33.30	66.70	0.00	0.00
Herbívoras	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Omnívoras	75.00	50.00	0.00	50.00	100.00	25.00	50.00	50.00	50.00
Insectívoras	42.90	71.40	42.90	71.40	85.70	57.10	71.40	0.00	0.00
Carnívoras	75.00	25.00	75.00	25.00	100.00	50.00	50.00	25.00	75.00
Bénticas	33.30	66.70	33.30	33.30	83.30	50.00	66.70	16.70	16.70
De media agua	75.00	50.00	33.30	50.00	91.70	41.70	66.70	16.70	33.30
Sensibles	100.00	100.00	66.70	66.70	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
Tolerantes	50.00	25.00	12.50	37.50	75.00	25.00	37.50	37.50	25.00
Medianamente tolerantes	57.10	71.40	42.90	42.90	100.00	42.90	85.70	0.00	28.60
En la NOM-059	63.60	50.00	50.00	50.00	68.80	37.50	58.30	100.00	100.00
IIB	**54.40**	**53.50**	**31.90**	**46.30**	**78.10**	**46.00**	**63.10**	**29.10**	**33.90**
Calidad	**P**	**P**	**MP**	**MP**	**R**	**MP**	**P**	**MP**	**MP0**
Número de especies	**11**	**10**	**8**	**8**	**16**	**8**	**12**	**3**	**5**

R: regular; P: pobre; MP: muy pobre.

Fuente: elaboración propia mediante trabajo de campo.

por múltiples factores que poco a poco irán terminando con la diversidad de especies con que cuenta. Se recomienda realizar monitoreos constantes para poder asignar atributos y categorías a los peces únicos de esta región y mantener el río en buenas condiciones, implementar estrategias de manejo en la pesca, conservar las zonas del río, elaborar un ordenamiento ecológico, pero sobre todo, es necesario realizar una propuesta e implementación de caudales ecológicos para reducir la alteración de régimen hidrológico y con ello mejorar los componentes del ecosistema degradado y la condición de la comunidad biótica del sistema, como la ictiofauna y otros grupos de organismos, preservando con ello las funciones ecológicas del río Nazas, según lo estipulado en la NMX-AA-159-SCFI-2012 (SE 2012).

REFERENCIAS

Karr, R.J. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6(6): 21-27.

Mercado, S.N. y J. Lyons. 2001. Índices de integridad biótica en los ríos Lerma y Pánuco: una aproximación a su desarrollo. En: *Diversidad biológica de ríos y arroyos del centro de México: bases para su conocimiento y conservación*. R. Pineda-López y P.E. Díaz (comps.). Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

SE. Secretaría de Economía. 2012. Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012. Publicada el 20 de septiembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SNIEG. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. 2004. Vertiente y principales ríos - longitud - periodo de observación - 2004 - nacional. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mamb95@s=est@c=8486*>, última consulta: 6 de mayo de 2014.

Bancos de germoplasma y estrategias germinativas

en ambientes semiáridos, aliados en la conservación de especies

Jaime Sánchez Salas • Gisela Muro Pérez • Enrique Jurado Ybarra • Marisela Pando Moreno • Joel David Flores Rivas • Jorge Arturo Alba Ávila (†)

INTRODUCCIÓN

Los bancos de germoplasma están formados por cúmulos de semillas potencialmente viables (Simpson *et al.* 1989), particularmente en ambientes áridos y semiáridos; estos corresponden en su mayoría a plantas anuales y efímeras (Brown *et al.* 1979, Inouye 1991). Los bancos de semillas son la vía principal por la cual se regeneran las comunidades vegetales de especies que difícilmente se reproducen vegetativamente en su hábitat natural (Montenegro *et al.* 2006).

El tipo de banco de semilla (figura 1) depende de la composición de las especies y puede ser transitorio o persistente (Montenegro *et al.* 2006). El primero se caracteriza por tener semillas con durabilidad menor a un año (Thompson y Grime 1979), con un solo evento de germinación (Walck *et al.* 1996, Baskin y Baskin 2001) y las semillas se encuentran depositadas en la superficie del suelo y/o sobre la vegetación (Thompson *et al.* 1997).

El banco de germoplasma del tipo persistente o banco de semilla terrestre tiene semillas viables por muchos años e incluso siglos (Thompson y Grime 1979), con potencial para varios eventos germinativos (Walck *et al.* 1996, Baskin y Baskin 2001) y las semillas se encuentran enterradas (Pons 1992, Thompson *et al.* 1997). Este último es el más importante desde el punto de vista ecológico, ya que mantiene la regeneración de las comunidades vegetales sujetas a disturbios por cultivos, incendios y fluctuaciones del nivel de agua (Grime 1974, 1979; Pickett y McDonnell 1989, Fenner 1995).

Los bancos semilleros naturales del suelo no han sido evaluados en la región Árida y Semiárida de Durango, por lo que se desconoce la dinámica, la composición estacional del aporte de semillas y las zonas denominadas "micrositios", los cuales proveen de semillas para la regeneración. Es imperante iniciar por la localización de estos sitios, ya que proveen cantidad suficiente de semillas para la regeneración o almacenamiento de germoplasma (Marañon 2001).

Desafortunadamente, las continuas amenazas impredecibles —como la apertura de áreas para cultivos o simplemente las fluctuaciones en la disponibilidad del agua— (Grime 1979, Pickett y McDonnell 1989, Fenner 1995) a las que está sujeta la vegetación, ponen en riesgo constante el potencial de regeneración del germoplasma. Además, los disturbios pudieran estar modificando los bancos de semilla a tal grado que la reserva sea en su mayoría del tipo ruderal (Garwood 1989, Louda 1989, Pickett y McDonnell 1989), lo cual es otra amenaza para la vegetación nativa. La aplicación directa de los bancos de semilla es la provisión de germoplasma para programas de conservación de especies amenazadas, restauración potencial de sitios post-construcción o abandono de áreas de cultivo, y reserva representativa en semillas de la vegetación nativa.

En este capítulo se presenta información sobre la relevancia que juegan los bancos de semillas dentro de las dinámicas de repoblación de la vegetación, particularmente en la región Árida y Semiárida de Durango, la cual posee una superficie aproximada de 5 088 620.55 ha (Sánchez *et al.* 2015), por lo cual resulta necesario conocer las estrategias germinativas de las semillas, la importancia ecológica y para la conservación de especies, las especies formadoras de bancos de semillas y las principales amenazas de estos reservorios en la entidad.

Sánchez, J., G. Muro P., E. Jurado, M. Pando M., J. Flores y J. Alba-Ávila. 2017. Bancos de germoplasma y estrategias germinativas en ambientes semiáridos y semiáridos, aliados en la conservación de especies. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 561-566.

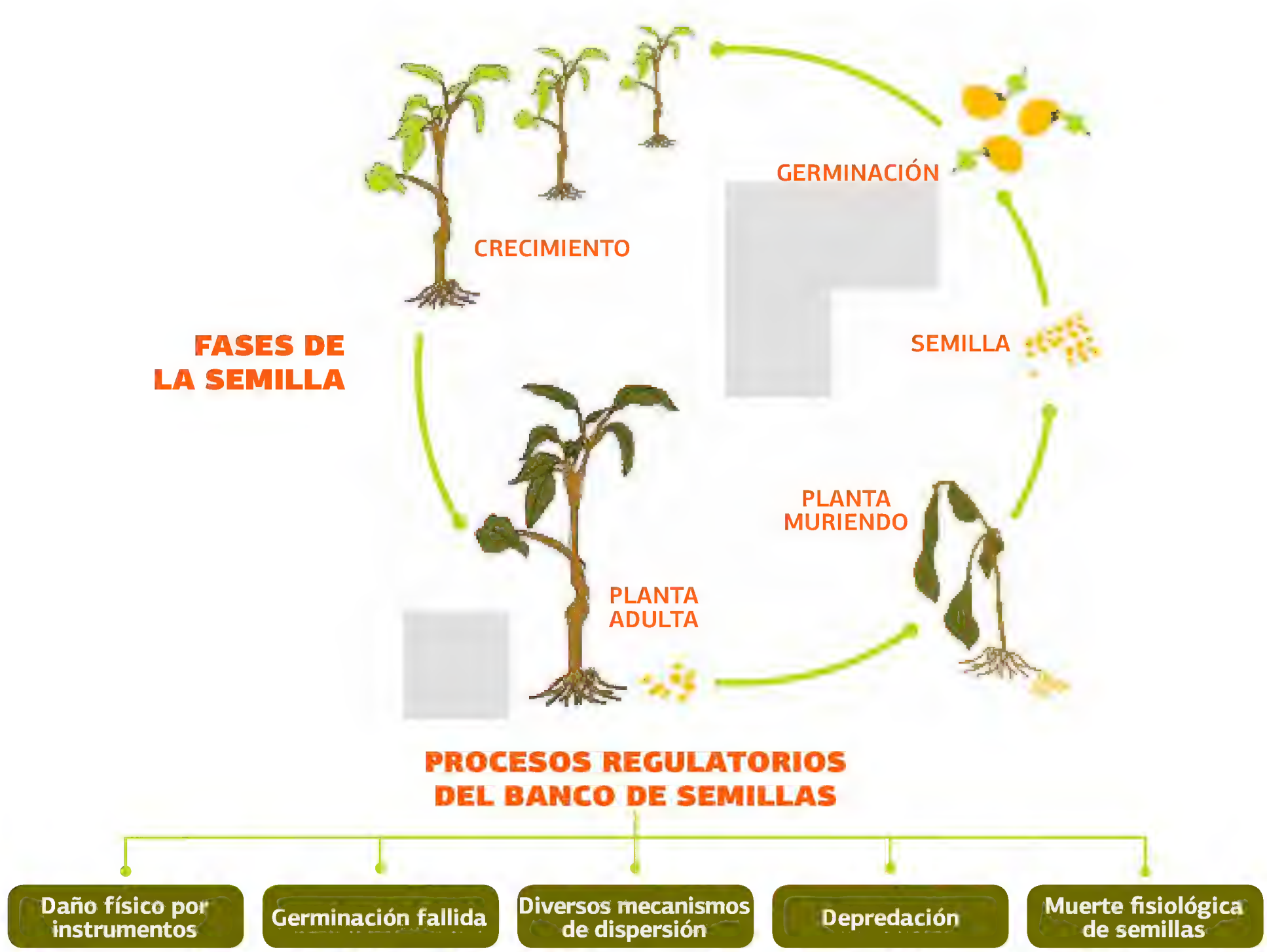


Figura 1. Ciclo de vida de las semillas y sus procesos regulatorios.
Fuente: modificado de Masiunas 2006.

ESTRATEGIA GERMINATIVA DE LAS SEMILLAS

En ecología, una estrategia incluye un conjunto de características agregadas o independientes, que al estar presentes dan ventaja adaptativa en el ambiente donde se distribuyen los organismos. Referente a las semillas, significa que estas presentarán una serie de modificaciones tanto estructurales como fisiológicas para soportar las condiciones de estrés y restricción de agua (Bowers 2000, Sánchez *et al.* 2011) y promover el establecimiento exitoso de una nueva plántula a partir de la germinación oportuna. Como respuesta a estas condiciones, las semillas tienen la capacidad de adaptarse (Bowers 2000, McCarty 2001, Reynoso 2006) al registrar un escenario adverso del ecosistema. Genéticamente esta información se trasmite a nuevas generaciones, cuyos bancos de semillas serán resistentes al ambiente extremo (Bowers 2000, Sánchez *et al.* 2010), lo cual genera diversas características de las semillas que les proporciona una mayor eficacia biológica para soportar las fluctuaciones climáticas.

La estrategia de adaptación más común en las plantas de ambientes áridos y semiáridos consiste en el almacenamiento y disminución del requerimiento de agua. Algunas de las especies características de estas zonas son lechuguilla (*Agave lechuguilla*), gobernadora (*Larrea tridentata*), siempreviva (*Sedum* sp.), birrete de obispo (*Astrophytum myriostigma*), mezquite (*Prosopis* sp.) y ocotillo (*Fouquieria splendens*). Como segunda estrategia se considera a las propias semillas, que son el medio principal para la regeneración de los ecosistemas (Sánchez *et al.* 2010) y muestran adaptaciones morfológicas y fisiológicas consideradas como estrategias reproductivas; en este trabajo se habla de las más comunes. Entre éstas, se consideran las siguientes:

Tamaño de las semillas

Como adaptación a periodos discontinuos de humedad algunas especies, como el birrete de obispo (*Astrophytum myriostigma*) y biznaga algodoncillo de estropajo (*A. capricorne*), forman semillas de diferentes tamaños (Harper *et al.* 1970) que germinarán de acuerdo a los periodos de humedad. Se considera que las semillas pequeñas germinarán más rápido que las de mayor tamaño (Harper *et al.* 1970) y que la formación de diferentes tamaños de semilla en los frutos producirá porcentajes de germinación distintos (Barbour *et al.* 1999).

Reserva de nutrientes

En especies con mínima movilización de su germoplasma la mayoría de los frutos poseen gran cantidad de semillas, principalmente aquellas que carecen de algún tipo de mucílago, como *Agave lechuguilla*. Estratégicamente forman estructuras que facilitan su dispersión y funcionan como almacenes de sustancias nutritivas que les ayudarán a sobrepasar el proceso germinativo (Niembro 1982).

Germinación precoz (viviparidad)

La estrategia más común es la germinación de la semilla dentro del fruto, antes de que estas sean liberadas, formando plántulas capaces de adaptarse con mayor rapidez al ambiente árido (Cota-Sánchez 2007). Este fenómeno es un mecanismo poco estudiado y se presenta mayormente en cactáceas (Aragón-Castelum 2011, Pérez-González 2013) como en la biznaga (*Echinocereus longisetus*); este fenómeno se desconocía en cactáceas de ambientes semiáridos en Durango, por lo que es necesario ampliar la investigación en estos temas, pues afecta directamente la germinación y supervivencia de las plantas.

Rapidez de germinación

Existen dos tipos de respuestas de las semillas ante los periodos intermitentes de humedad. La primera corresponde a donde se agrupan las semillas de especies que germinan en una pequeña cantidad después de las lluvias, y la segunda a donde los bancos de semillas responden posterior a la acumulación de la humedad de varios días en el suelo (Jurado y Westoby 1999), como en el mezquite (*Prosopis glandulosa*) (Pérez-Domínguez *et al.* 2013).

Dormancia

Es una de las estrategias de mayor importancia en ambientes áridos: consiste en disminuir la actividad metabólica de la semilla para reactivarla una vez que se reúnen las condiciones favorables para que se lleve a cabo la germinación (Rolston 1978), como la cactácea *Echinocereus longisetus* (Muro-Pérez *et al.* 2014)

Importancia ecológica

Ecológica y evolutivamente el banco de semillas es importante en la dinámica poblacional de las especies vegetales (Kalisz 1991), ya que propicia la regeneración natural en el ecosistema. Por tanto, es imprescindible valorar los bancos de semilla presente en el sitio antes de cualquier programa de restauración (Garza *et al.* 2010); incluyendo la evaluación de la diversidad de semillas y su densidad para determinar la posible composición de la estructura vegetal con la que se regenerará el sitio.

Los bancos de semilla como una estrategia para la conservación de especies

La evaluación de un banco de semilla contribuye a la proposición de alternativas exitosas para el manejo y recuperación de un sitio erosionado (Castillo 2000), siempre y cuando la regeneración del sitio se realice con especies nativas. Con esto se pretende disminuir el riesgo de que especies exóticas invasoras modifiquen la estructura de la vegetación a través del desplazamiento de especies nativas, logrando la conservación integral de los ecosistemas.

Especies formadoras de bancos de semilla

Los desiertos se caracterizan por precipitaciones escasas que fluctúan ampliamente en espacio y tiempo. Ante estas dificultades, especies anuales y efímeras que forman bancos de semilla persistentes suelen sobrevivir con éxito porque distribuyen el riesgo del fracaso reproductivo en varios años (Rolhauser 2012). Esto lo logran mediante la germinación por etapas a través de su banco de semilla del tipo persistente. La persistencia depende de la dormición y de la germinación de semillas en los periodos y microambientes favorables (Rolhauser 2012), por ejemplo bajo el dosel de plantas leñosas que proveen buena sombra y/o nutrientes (Muro-Pérez *et al.* 2012).

En la zona árida y semiárida de Durango existen especies formadoras de bancos de semilla. Un ejemplo es el mezquite (*Prosopis glandulosa*, figura 2a), que forma su banco como resultado de la fructificación de febrero-abril. Las semillas maduran entre siete y nueve semanas

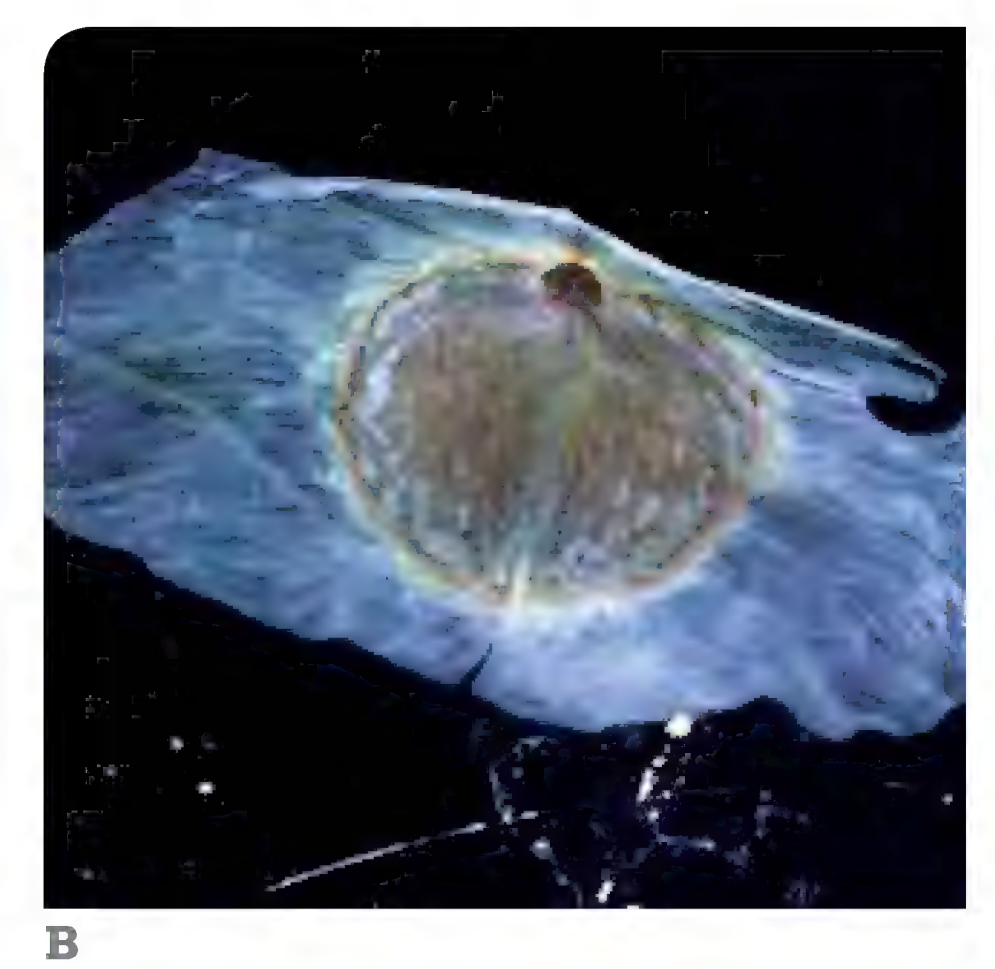


Figura 2. Semillas de dos especies principales formadoras de banco de semilla en la zona semiárida de Durango: a) mezquite (*Prosopis glandulosa*) y b) lágrima de San Pedro (*Tecoma stans*).
Fotos: *Jaime Sánchez y Gisela Muro Pérez.*

después de la fructificación. La especie es de importancia ecológica porque es nodriza de cactáceas como *Peniocereus greggii, Coryphanta durangensis* y *Echinocereus longisetus* (Muro-Pérez *et al.* 2012), y económica por la producción de leña y carbón. Otra especie es la lágrima de San Pedro (*Tecoma stans*, figura 2b), planta perene que forma su banco con la fructificación de julio-agosto y presenta eventos paulatinos de germinación en verano (Salazar y Sohiet 2001). Esta especie tiene usos antimicrobianos en el ser humano que han sido poco estudiados. Así como estas especies, una gran variedad son formadoras de bancos de germoplasma, por lo cual la cobertura vegetal en las zonas áridas y semiáridas suele cambiar drásticamente entre estaciones, encontrando en invierno poca cobertura y en verano totalmente lo opuesto (Rolhauser 2012).

BANCOS DE SEMILLA NATURALES Y ARTIFICIALES: IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES PRIORITARIAS

Las semillas del suelo forman los bancos de germoplasma natural, donde su subsistencia depende de las condiciones del suelo donde se encuentre, por ejemplo sobre o debajo de hojarasca (Van Der Valk 1992). Un banco de semilla artificial lo forman instituciones escolares o centros de investigación como Millennium Seed Bank Project del Royal Botanical Garden, que se encargan de la conservación *ex situ* de semillas con importancia ecológica, económica, restauración y alimenticia para evitar su extinción (KEW Royal Botanical Garden 2014).

En Durango existe un banco de germoplasma forestal de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR 2015), el cual tiene como objetivo principal mantener la calidad genética y fisiológica de las semillas para uso silvícola. Sin embargo, para las especies de ambientes semiáridos no existe un banco como tal que almacene las semillas de las especies en riesgo. Actualmente, la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED) inició el almacenamiento de semillas de cactáceas y otras especies mexicanas para su conocimiento y conservación.

PRINCIPALES AMENAZAS

Cada día, cuatro especies de plantas se enfrentan al riesgo de extinción, de acuerdo con cifras de la organización de Banco de Semillas Milenarias (Hernández-Villanueva 2009); al igual que los bancos de semilla producidos. Las semillas pueden sufrir depredación antes de la dispersión aun sobre la planta (en proceso de

desarrollo o maduras), aunque también pueden ser depredadas posteriormente a la dispersión (pero antes de que germinen).

Los principales depredadores son organismos en etapa larvaria de moscas, avispas, escarabajos, polillas y hormigas, ya que se desarrollan dentro de frutos y/o semillas en proceso de maduración (Levey y Byrne 1993, Johnson *et al.* 1995). Existen riesgos ocasionados por el ser humano como el cambio de uso de suelo (áreas con vegetación nativa transformados a cultivares), que paralelamente ocasionan erosión en áreas contiguas y una pérdida inminente de los bancos de semilla resguardados sobre el suelo, debido al sobrepastoreo, remoción y prácticas agrícolas inadecuadas (Pando-Moreno y Jurado 2009).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los bancos de germoplasma son una opción para mantener la diversidad de especies vegetales nativas; sin embargo, es necesario que antes de llevar a cabo un programa de restauración se tomen en cuenta los aspectos morfológicos y fisiológicos en las semillas de cada especie, para obtener resultados óptimos al momento de la germinación y restauración de algún sitio. Por ello, es imprescindible la recolecta de semillas para la formación de bancos de germoplasma de aquellas especies de interés ecológico, económico, alimenticio e incluso medicinal. Cabe mencionar que a nivel institucional se pueden elaborar programas o proyectos de investigación permanentes, orientados a la conservación *ex situ* del germoplasma; así como evaluar continuamente métodos de germinación mediante la simulación de las condiciones ambientales a las que están expuestas las semillas.

REFERENCIAS

Aragón-Castelum, L.J. 2011. *Viviparidad en Echinocactus platyacanthus en el Altiplano Potosino y su posible beneficio para las etapas iniciales de desarrollo.* Tesis de maestría. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C.

Barbour, M.G., J.H. Burk, W.D. Pitts *et al.* 1999. Allocation and life history patterns. En: *Terrestrial Plant Ecology.* M.G. Barbour. Adison Wesley Longman, pp. 88-116.

Baskin, C. y J. Baskin. 2001. *Seeds. Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination.* Academic Press, Nueva York.

Bowers, J.E. 2000. Does *Ferocactus wislizeni* (Cactaceae) have a between year seed bank? *Journal of Arid Environments* 45: 197-205.

Brown, J.H., O.J. Reichman y D.W. Davidson. 1979. Granivory in desert ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 10: 210-227.

Castillo, D. 2000. *Evaluación del germoplasma en el suelo de un ecosistema con alto grado de desertificación en el Noreste de México.* Tesis de maestría. FCF-UANL.

Cota-Sánchez, J.H. 2007. Viviparidad en cactáceas: un extenso campo de investigación. *Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas* 4(1): 5-7.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2015. Bancos de germoplasma de la CONAFOR, reservorios de vida. En: <*http://www.conafor.gob.mx/innovacion_forestal/?p=997*>, última consulta: 18 de mayo de 2015.

Fenner, M. 1995. Ecology of seed banks. En: *Seed development and germination.* J. Kigel y G. Galili (eds.). Academic Press, Nueva York, pp. 507-528.

Garwood, N.C. 1989. Tropical soil seed bank: a review. En: *Ecology of soil seed banks.* M.A. Leck, V. Parker y R.L. Simpson (eds.). Academic Press Inc., Nueva York.

Garza, M., M. Pando, D. Castillo y M. Gutiérrez. 2010. *Semillas de un área degradada del noreste de México.* FCF-UANL.

Grime, J.P. 1974. Vegetation classification by reference to strategies. *Nature* 250: 26-31

—. 1979. Plant strategies and vegetation processes. En: *The functional ecology of seed banks.* D. Thompson (ed.). Nueva York.

Harper, J.L., P.H. Lovell y K.G. Moore. 1970. The shapes and size of seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1: 327-356.

Hernández-Villanueva, G. 2009. Ecología vegetal. UANL. En: <*http://www.uanl.mx/noticias/investigacion/ecologia-vegetal.html*>, última consulta: 18 de mayo de 2015.

Johnson, C.D., S. Zona, y J.A. Nilsson. 1995. Bruchid beteles and palm seeds: recorder relationships. *Principes* 39: 25-35.

Jurado, E. y M. Westoby. 1999. Biología de germinación de plantas selectas de Australia Central. FCF-UANL. Reporte científico No. 18.

Inouye, R.S. 1991. *Population biology of desert annual plants. The ecology of desert communities.* The University of Arizona, Tucson, pp. 27-54.

Kalisz, S. 1991. Experimental determination of seed bank age structure in the Winter annual *Collinsia verna. Ecology* 72 (2): 575-585.

KEW Royal Botanical Gardens. 2014. Millenium Seed Bank Partnership. En: <*http://www.kew.org/science-conservation/research-data/science-directory/teams/millennium-seed-bank-partnership*>, última consulta: 28 de mayo de 2015.

Levey, D.J. y M.M. Byrne. 1993. Complex ant-plant interactions; rain forest ants as secondary dispersers and post-dispersal seed predators. *Ecology* 74: 1802-1812.

Louda, S.M. 1989. Predation in the dynamics of seed regeneration. En: *Ecology of soil seed banks.* M.A. Leck, V. Parker y R.L. Simpson (eds.). Academic Press Inc., San Diego, pp. 25-51.

Marañon, T. 2001. Ecología del banco de semillas y dinámica de comunidades mediterráneas. En: *Ecosistemas mediterráneos. Análisis funcional.* R. Zamora-Rodríguez y F.I. Pugnaire de Iraola (eds.). CSIC-AEE, pp. 153-181.

Masiunas, J.B. 2006. Rye as a weed management tool in vegetable cropping systems. En: *Handbook of sustainable weed management.*

H.P. Singh, D.B. Batish, y R.K. Kohli (ed.). Haworth Press, Bringham, pp. 127-158.

McCarty, J.P. 2001. Ecological consequences of recent climate change. *Conservation Biology* 15(2): 320-331.

Montenegro, A.L., Y. Avila Parra, H.A. Mendivelso y O. Vargas. 2006. Potencial del banco de semillas en la regeneración de la vegetación del humedal Jaboque, Bogotá, Colombia. *Caldasia* 28(2): 285-306.

Muro-Pérez, G., E. Jurado, J. Flores y J. Sánchez. 2014. Effect of seed burial in different soils on the germination of three specially protected cactus species. *The Southwestern Naturalist* 59(3): 344-348.

Muro-Pérez, G., E. Jurado, J. Flores *et al.* 2012. Positive effects of native shrubs on three specially protected cacti species in Durango, México. *Plant Species Biology* 27: 53-58.

Niembro, A. 1982. *Estructura y clasificación de semillas forestales mexicanas.* Editorial Limusa, México.

Pando-Moreno, M. y E. Jurado. 2009. Cambios en los ecosistemas: la desertificación en Nuevo León. *Ciencia, Conocimiento y Tecnología de Nuevo León* 97: 39-43.

Pérez-Domínguez, R., E. Jurado, A.M. González-Tagle *et al.* 2013. Germinación de especies del matorral espinoso tamaulipeco en un gradiente altitudinal. Nota de investigación. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 4(17):156-163.

Pérez-González, B.S. 2013. *Viviparidad, germinación y supervivencia en Stenocereus thurberi (Cactaceae).* Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Texcoco.

Pickett, S.T. y M.J. McDonnell. 1989. Seed bank dynamics in temperate deciduous forest. En: *Ecology of soil seed banks.* M.A. Leck, V. Parker y R.L. Simpson (eds.). Academic Press Inc., San Diego, California, pp. 123-146.

Pons, T.L. 1992. Seed responses to light. *Seeds-The Ecology of regeneration in plant communities.* M. Fenner (ed.). Commonwealth Agricultural Bureau, Wallingford, pp. 259-284.

Reynoso, V.H. 2006. Reseña de "La vida en los desiertos mexicanos" de H. Hernández Macías. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 313-315.

Rolhauser, G.A. 2012. Ecología de plantas anuales del desierto. En: *<https://sites.google.com/site/arolhauser/investigacion/ecologia-de-plantas-anuales-de-desierto>*, última consulta: 4 de febrero de 2013.

Rolston, M.P. 1978. Water impermeability seed dormancy. *Botanical Review* 44: 365-396.

Salazar, R. y C. Soihet. 2001. *Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina.* Vol. II. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Sánchez, J., E. Estrada-Castillón, S. Arias *et al.* 2015. Diversidad cactoflorística de la zona Árida y Semiárida de Durango, México. *Interciencia* (39) 11: 794-802.

Sánchez J., V.M. Molina Guerra, R. Pérez Domínguez *et al.* 2011. Cambio climático: ¿Precursor de migración de especies vegetales en la montaña más alta del norte de México? *Ciencia UANL* 14(2): 137-143.

Sánchez, J., E. Jurado-Ybarra, M. Pando-Moreno *et al.* 2010. Estrategias germinativas de las semillas en ambientes áridos. *Revista Chapingo serie Zonas Áridas* 9(1): 35-38.

Simpson, R., M. Leck y V. Parker. 1989. Seed banks: General concepts and methodological issues. En: *Ecology of soil seed banks.* M.A. Leck, V. Parker y R.L. Simpson (eds.). Academic Press Inc., San Diego, pp. 3-8.

Thompson, D. y J.P. Grime. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67: 893-921.

Thompson, K., J.P. Bakker y R.M. Bekker. 1997. *The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity.* Cambridge University Press, Cambridge.

Van der Valk, A.G. 1992. Establishment, colonization and persistence. En: *Succession: Theory and prediction.* D.C. Glenn-Lewin, R.K. Peet y T.T. Veblen (eds.). Chapman & Hill, Londres, pp. 60-102.

Walck, J.L., M. Baskin, C.C. Baskin y S.W. Francis. 1996. Sandstone rockhouses of the eastern United States, with particular reference to the ecology and evolution of the endemic plant taxa. *Botanical Review* 62: 311-362.

Importancia del nodrizaje

de la lechuguilla (*Agave lechuguilla*) como estrategia de conservación para la cactácea *Astrophytum myriostigma*

Gisela Muro Pérez • Jaime Sánchez Salas • Joel David Flores Rivas • Jorge Arturo Alba Ávila (†)

INTRODUCCIÓN

La conservación es la disciplina encargada de la preservación, rescate, estudio y utilización sustentable de la diversidad. Puede realizarse en dos modalidades: *in situ* y *ex situ*; ambas garantizan la conservación de las especies.

La conservación *in situ* se define como la conservación de poblaciones viables en el hábitat original. Por otra parte, la conservación *ex situ* consiste en la preservación de muestras representativas de las especies fuera de sus hábitats en ambientes controlados por tecnología adecuada (Frankel y Soulé 1992).

La presente contribución aborda la conservación *in situ* de la cactácea *Astrophytum myriostigma* por medio del nodrizaje de diferentes plantas, entre ellas la lechuguilla (*Agave lechuguilla*).

IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE *Astrophytum myriostigma*

El birrete o bonete de obispo (*A. myriostigma*, figura 1) es una cactácea endémica y amenazada (SEMARNAT 2010). Ecológicamente se le considera como indicadora de sitios con alto impacto antrópico. Evolutivamente es una especie altamente adaptada a las condiciones climáticas extremas de las zonas áridas y medicinalmente se le considera como un antiséptico por excelencia (Sánchez *et al.* 2005).

El saqueo es una de las principales causas de la disminución acelerada o extinción de las poblaciones de *A. myriostigma*, provocado por los traficantes extranjeros, quienes pagan cantidades ridículas por ejemplares que tardan hasta 50 años en alcanzar una talla de 50 cm de longitud (Reza-Carrillo 2008).

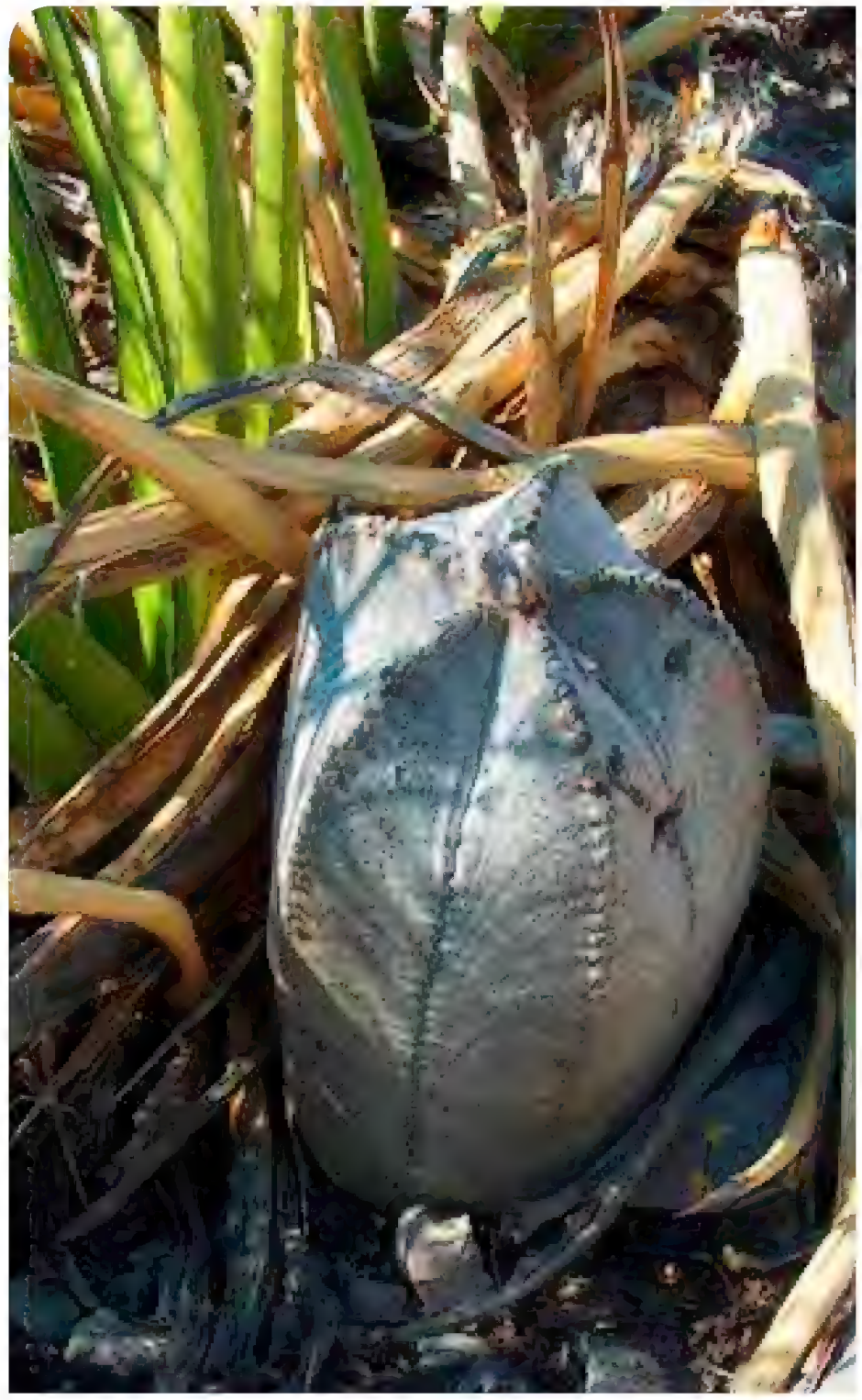


Figura 1. El Birrete de obispo (*Astrophytum myriostigma*) bajo el dosel de lechuguilla (*Agave lechuguilla*).
Foto: *Jaime Sánchez.*

Muro P., G., J. Sánchez, J. Flores y J. Alba-Ávila. 2017. Importancia del nodrizaje de la lechuguilla (*Agave lechuguilla*) como estrategia de conservación para la cactácea *Astrophytum myriostigma*. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México, pp. 567-569.

IMPORTANCIA DEL NODRIZAJE

El nodrizaje es una estrategia comúnmente utilizada por cactáceas de ambientes áridos y semiáridos. Ésta consiste en la interacción entre plantas denominadas "nodrizas" y plántulas de otras especies. Las plantas nodrizas generan un microambiente favorable que permite la protección y crecimiento de algunas cactáceas.

Para el caso de la cactácea *Astrophytum myriostigma* se evaluó el nodrizaje en la Sierra El Sarnoso, municipio de Lerdo, donde se censó una población de 102 individuos junto con las diferentes plantas asociadas. Así se determinó que esta cactácea utiliza 11 especies vegetales como nodrizas, y que más de 50% de los ejemplares de *A. myriostigma* crece bajo el resguardo de la lechuguilla (*Agave lechuguilla*) (Muro-Pérez *et al.* 2009) (cuadro 1).

Entre las plantas nodrizas se identificaron especies no maderables de importancia económica para Durango como la lechuguilla (*A. lechuguilla*), sangre de drago (*Jatropha dioica*) y candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) (Muro-Pérez *et al.* 2009), distribuidas ampliamente en el matorral xerófilo de la zona árida y semiárida del estado y norte del país (Marroquín *et al.* 1981, González-Elizondo *et al.* 2004).

El uso de estas especies es una tradición para los pobladores por ser la fuente principal de ingresos para miles de familias que habitan en esas áreas (Velázquez *et al.* 1981). Sin embargo, aun cuando estas especies han sido un componente significativo cultural y económico por miles de años, la dinámica poblacional y las prácticas de aprovechamiento de las mismas han sido poco evaluadas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se determinó que la cactácea *A. myriostigma* requiere forzosamente de la planta nodriza lechuguilla (*A. lechuguilla*) para su óptimo desarrollo y mantenimiento poblacional, pues aunque demográficamente la especie tolera altos niveles de perturbación antrópica, necesita de esta nodriza para mantener su bajo nivel de reclutamiento (Reza-Carrillo 2008). Esto es, que al desaparecer las comunidades de lechuguilla, el birrete de obispo se extinguirá junto con ella.

Para evitar la desaparición de estas especies, se recomienda formular una estrategia de conservación integral que incluya una evaluación del estatus actual de las poblaciones de *A. myriostigma* y *A. lechuguilla* distribuidas en las sierras calizas de las zonas áridas y semiáridas de Durango, sitios explotados para la actividad minera (Sánchez *et al.* 2006). Es recomendable evaluar las técnicas de aprovechamiento actuales de la lechuguilla con el objetivo de hacer uso sustentable

Cuadro 1. Especies utilizadas como nodriza por el birrete de obispo y su porcentaje de resguardo

Nombre común	Nombre científico	% de resguardo
Lechuguilla	*Agave lechuguilla*	52 .00
Sangregrado	*Jatropha dioica*	13.00
Nopal rastrero	*Opuntia rastrera*	3.10
Biznaga	*Equinocereus longisetus*	2.30
Candelilla	*Euphorbia antisyphilitica*	0.90
Nopal cegador	*Opuntia rufida*	7.00
Biznaga	*Thelocactus bicolor*	5.00
Orégano	*Lippia berlandieri*	3.10
Ocotillo	*Fouquieria splendens*	1.50
Ejemplares de la familia Fabaceae		0.80
Ejemplares de la familia Poaceae		0.70

Fuente: Muro-Pérez *et al.* 2009.

del recurso y a la par mantener las poblaciones distribuidas en el matorral xerófilo, así como implementar programas de rescate y resguardo para las poblaciones de la cactácea *A. myriostigma.*

Dedicatoria:
A la memoria del maestro, compañero y amigo Jorge A. Alba.

REFERENCIAS

Frankel, O.H. y M.E. Soulé. 1992. *Conservation and evolution.* Cambridge University Press, Cambridge.

González-Elizondo, M., L.I López-Enríquez, S.M. González-Elizondo y A.J. Tena-Flores. 2004. *Plantas medicinales del estado de Durango y zonas aledañas.* Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango (CIIDIR-IPN).

Marroquín, J., G. Borja, R. Velázquez y A. De la Cruz. 1981. *Estudio taxonómico de las zonas áridas del norte de México.* SARH/INIF.

Muro-Pérez, G., U. Romero-Méndez, J.D. Flores-Rivas y J. Sánchez. 2009. Algunos aspectos sobre el nodrizaje en *Astrophytum myriostigma* Lem. (1839) (Cactae: Cactaceae), en la sierra el Sarnoso, Durango, México. *Bol. Nakari* 20(3): 43-48.

Reza-Carrillo, M. 2008. *Aspectos demográficos de una población de Astrophytum myriostigma Lem (1839) Cactaceae en la sierra el Sarnoso, Durango, México.* Tesis de licenciatura. Escuela Superior de Biología, Universidad Juárez del Estado de Durango.

Sánchez, J., E.G. Martínez y R.J. Flores. 2006. Efecto del tamaño de semillas en la germinación de *Astrophytum myriostigma* Lem. (Cactaceae), especie amenazada de extinción. *Interciencia* 31(5): 371.

Sánchez, J., G. Muro Pérez, U. Romero y J.A. Alba. 2005. Bonete de obispo, identidad y símbolo. *Especies. Revista sobre conservación y biodiversidad,* sep.-oct. 2005: 16-18.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Velázquez, M.A., O. Martínez y J. Aguirre. 1981. *Revisión histórica de la producción de hule de guayule en México de 1903 a 1951. Guayule: Reencuentro en el desierto.* CONACYT-CIQA/CONAZA. 3ª edición, pp. 27-71.

Autores

Acosta Hernández, Andrea Cecilia
Instituto Politécnico Nacional

Aguirre Acosta, Celia Elvira
Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
caguirre@ib.unam.mx

Aguirre León, Gustavo
Instituto de Ecología A.C. (INECOL)
gustavo.aguirre@inecol.mx

Alba Ávila, Jorge Arturo (†)
Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED)

Alonzo Rojo, Fernando
Facultad de Ciencias Biológicas, UJED
falonzor@gmail.com

Álvarez Haros, Adán
Gobierno del Estado de Durango
adan.alvarez@durango.gob.mx

Aragón Piña, Elizabeth Esperanza
Centro de Ecología Regional, A.C.
ceracdgomx@yahoo.com.mx

Ávalos Huerta, Inocencia
Instituto Politécnico Nacional

Barrios Ordóñez, Jorge Eugenio
Programa Agua, Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF México)
ebarrios@wwfmex.org

Bautista Hernández, Silvia
Instituto Politécnico Nacional
sbautistah@ipn.mx

Briceño Contreras, Edwin Amir
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
amir_320@hotmail.com

Cano Villegas, Omag
Facultad de Ciencias Biológicas, UJED
omag830@gmail.com

Cantú Ayala, César
Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
cantu.ayala.cesar@gmail.com

Cardoza Martínez, Gabriel Fernando
Facultad de Ciencias Biológicas, UJED
biologo_gabriel@hotmail.com

Castañeda Gaytán, José Gamaliel
Facultad de Ciencias Biológicas, UJED
gamaliel.cg@gmail.com

Cervantes Reza, Fernando Alfredo
Instituto de Biología, UNAM
fac@ib.unam.mx

Cortés Ortiz, Armando
Instituto Politécnico Nacional
c_armando25@hotmail.com

Chacón de la Cruz, José Elías
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Delegación Durango
elias.chacon@durango.semarnat.gob.mx

Chaírez Hernández, Isaías
Instituto Politécnico Nacionali
chairez @hotmail.com

Chávez Bermúdez, Brenda Fabiola
Instituto de Investigaciones Jurídicas, UJED
brendachbz@hotmail.com

Cueto Mares, Miriam Alejandra
Facultad de Ciencias Biológicas, UJED
miriam.a.cueto@gmailcom

Cruz Angón, Andrea
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
acruz@conabio.gob.mx

Delgado Zamora, David Alfredo
Instituto Politécnico Nacional
botanica.son@gmail.com

Díaz Moreno, Raúl
Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, UJED
r_diaz54@hotmail.com

Escobedo Quiñones, Hilda Esther
Programa Agua, WWF México
adlih_escobedo@hotmail.com

Esparza Rocha, José Antonio
Instituto Politécnico Nacional
esparoc11@hotmail.com

Espinosa Pérez, Héctor Salvador
Colección Nacional de Peces, Instituto de Biología, UNAM
hector@unam.mx

Flores Rivas, Joel David
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. (IPICYT)
joel@ipicyt.edu.mx

Gadsden Esparza, Héctor
INECOL
hector.gadsden@inecol.mx

García Jiménez, Jesús
Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (ITCV)
jgarjim@yahoo.com.mx

Garza Herrera, Alfredo (†)
Centro de Ecología Regional, A.C.

González Barrios, José Luis
Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera (CENID RASPA), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
gonzalez.barrios@inifap.gob.mx

González Castillo, María Pioquinta
Instituto Politécnico Nacional
gcmary01@hotmail.com

González Elizondo, M. Socorro
Instituto Politécnico Nacional
herbario_ciidir@yahoo.com.mx

González Elizondo, Martha
Instituto Politécnico Nacional
martha_gonzel@yahoo.com.mx

González Trápaga, Rolando
INECOL
rolando.gonzalez@inecol.mx

Hernández Baz, Fernando
Universidad Veracruzana (UV)
fhernandez@uv.mx

Herrera Arrieta, Yolanda
Instituto Politécnico Nacional
yherrera@ipn.mx

Herrera Corral, Jesús
Instituto Politécnico Nacional
jherrera@ipn.mx

Herrera Pedroza, Jesús Noel
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
jesusnoel.herrera@inegi.org.mx

Heynes Silerio, Sergio Alonso
INEGI
sergio.heynes@gmail.com

Hinojosa Ontiveros, Gerardo Antonio
Gestiones Ambientales del Centro S.A. de C.V.
lacrimae_mosd@hotmail.com

Huidobro Campos, Leticia
Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
leticia.huidobro@inapesca.gob.mx

Jurado Ybarra, Enrique
Facultad de Ciencias Forestales, UANL
enrique_jurado@hotmail.com

Lambarri Martínez, Christian
Instituto de Biología, UNAM
lambarri@st.ib.unam.mx

Leal Sáenz, Alejandro
Facultad de Ciencias Forestales, UJED
coordinación_dicaf@ujed.mx

López Apodaca, Ignacio
Instituto Tecnológico de Sonora
ilopeza22@hotmail.com

López Enríquez, Irma Lorena
Instituto Politécnico Nacional
lorena_lopez05@yahoo.com.mx

Márquez Linares, Marco Antonio
Instituto Politécnico Nacional
marco_dgo@yahoo.com

Martínez Balderas, Irma Haydé
Facultad de Ciencias Biológicas, UJED
haydemtzb@gmail.com

Martínez Pacheco, Anuar Iram
WWF México
amartinez@wwfmex.org

Martínez Sifuentes, Aldo Rafael
CENID RASPA, INIFAP
im_aldo09@hotmail.com

Montiel Antuna, Eusebio
UJED
montiel_eu@hotmail.com

Muñiz Martínez, Raúl
Instituto Politécnico Nacional
(profesor jubilado)
raulmm1@yahoo.com

Muro Pérez, Gisela
Facultad de Ciencias Biológicas, UJED
giselamuro@ujed.mx

Naranjo Jiménez, Néstor
Instituto Politécnico Nacional
nnestor@hotmail.com

Ortega Chávez, Margarita Araceli
Instituto Politécnico Nacional
mortegac@ipn.mx

Pando Moreno, Marisela
Facultad de Ciencias Forestales,
UANL
mpando55@hotmail.com

Pérez Santiago, Gerardo
Instituto Politécnico Nacional
gperezs@colpos.mx

Pulido Díaz, Cecilia
Instituto de Silvicultura e Industria
de la Madera, UJED
ceccy_ndd@hotmail.com

Ramírez Noya, David
Instituto Politécnico Nacional
davidrnoya@yahoo.com.mx

Raymundo Ojeda, Tania
Instituto Politécnico Nacional
traymundoo@ipn.mx

Rentería Arrieta, Laura Isabel
Facultad de Ciencias Forestales,
UJED
lrenteria@ujed.mx

Retana Rentería, Flor Isela
Instituto Politécnico Nacional
flretana@yahoo.com.mx

Ríos Ruiz, Francisco
Centro de Ecología Regional, A.C.
ceracdgomx@yahoo.com.mx

Ruacho González, Lizeth
Instituto Politécnico Nacional
liz_3626@hotmail.com

Salas Westphal, Amorita Ivonne
Facultad de Ciencias Biológicas,
UJED
aisalasw@gmail.com

Salinas Rodríguez, Sergio Alberto
Programa Agua, WWF México
ssalinas@wwfmex.org

Sánchez Salas, Jaime
Facultad de Ciencias Biológicas,
UJED
j.sanchez@ujed.mx

Sharp, Bryan
Colegio Americano de Durango, A.C.
sharpbry@gmail.com

Simental Ávila, Jaime
SEMARNAT, Delegación Durango
jaime.simental@durango.gob.mx

Tena Flores, Jorge Alberto
Instituto Politécnico Nacional
jorge@tena-flores.com

Uribe Soto, José Natividad
Instituto Politécnico Nacional
jnus200@yahoo.com.mx

Valdez Lares, Rosaura
Instituto Politécnico Nacional

Valenzuela Ceballos, Sara Isabel
Facultad de Ciencias Biológicas,
UJED
valenzuela.c.sara@gmail.com

Valenzuela Garza, Ricardo
Instituto Politécnico Nacional
rvalenzg@ipn.mx

Valenzuela Nuñez, Luis Manuel
Facultad de Ciencias Biológicas,
UJED
luisvn70@hotmail.com

Valenzuela Valadez, Joanna
Comisión Federal de Electricidad
(CFE)
valenzuela.joanna@gmail.com

Valero Padilla, Jessica
jessicaval13@gmail.com

Vargas Cuenca, Julieta
Instituto de Biología, UNAM
jvargas@ib.unam.mx

Villanueva Díaz, José
CENID RASPA, INIFAP
villanueva.jose@inifap.gob.mx

Villaseñor Ríos, José Luis
Instituto de Biología, UNAM
vrios@ib.unam.mx

COMPILACIÓN DE LAS SECCIONES

Contexto físico y Contexto socioeconómico
Marco Antonio Márquez Linares[1]

Marco jurídico e institucional
José Elías Chacón de la Cruz[2] y Brenda Fabiola Chávez Bermúdez[3]

Instrumentos y políticas públicas para la gestión, protección y conservación
Laura Rentería Arrieta[3]

Diversidad de ecosistemas
M. Socorro González Elizondo[1]

Diversidad de especies
Hongos: Raúl Díaz Moreno[3]
Plantas vasculares: Martha González Elizondo[1]
Fauna silvestre: Raúl Muñiz Martínez[1]

Usos tradicionales y convencionales y Conservación
Jessica Valero Padilla

REVISIÓN TÉCNICA DE TEXTOS

Oscar Báez, Esteban Benítez Inzunza, Gonzalo Pino, Rafael Eduardo Pompa Vargas, Jessica Valero Padilla y Liliana Ramírez

AGRADECIMIENTOS

El Gobierno del Estado de Durango a través de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Durango y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, expresan su reconocimiento a todas aquellas instituciones y personas que colaboraron en la elaboración del presente Estudio de Estado.

1 Instituto Politécnico Nacional.

2 SEMARNAT-Delegación Durango.

3 Universidad Juárez del Estado de Durango.

Forma de citar

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Durango (SRNyMA). 2017. *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado.* CONABIO, México.

Los apéndices de esta obra se encuentran en forma digital en:

http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios.html

Versión digital
Prohibida su reproducción total o parcial

Para su formación se utilizaron las familias tipográficas
PF Agora para textos
y Semilla para títulos

CONABIO

COMISIÓN NACIONAL PARA EL
CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

GOBIERNO DEL ESTADO
2016 - 2022

PARA TODOS
Dgo